2023

SPaCiH

SMART PARK CITY HUBS

SMART PARK CITY HUBS UND VIRTUELLE INFRASTRUKTUR

2020 - 2023

Abschlussbericht zum EFRE-Förderprojekt

Förderkennzeichen: EFRE-0801946

27. April 2023

Gefördert durch:

EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum und Beschäftigung

Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

Projektkonsortium:

Hochschule Niederrhein
University of Applied Sciences
GEMIT
Institut für Geschäftsprozessmanagement und IT
Institute of Business Process Management and IT

SysPLan
Gesellschaft für Logistik-Systemplanung mbH

Zentrum für Logistik und Verkehr
UNIVERSITÄT DUISBURG-ESSEN

RUHR UNIVERSITÄT BOCHUM
RUB

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. habil. Holger Beckmann
Hochschule Niederrhein (HSNR)
Reinarzstr. 49
47805 Krefeld

Projektleiter SPaCiH – SmartPark City Hubs und virtuelle Infrastruktur/ Leiter des Instituts GEMIT für Geschäftsprozessmanagement und IT

Autoren:

Hochschule Niederrhein

Prof. Dr.-Ing. habil. Holger Beckmann, Institut GEMIT
Felix Claßen, Institut GEMIT
Eric Kempkens, Institut GEMIT
Ralf Kuron, Institut GEMIT
Rebecca Ries, Institut GEMIT
Eduard Stiefel, Institut GEMIT
Kenn Vanselow, Institut GEMIT
Thomas Waaden, Institut GEMIT
Julia Wurm, Institut GEMIT

Universität Duisburg-Essen

Andreas Hoene, Zentrum für Logistik für Verkehr
Rick Hollmann, Zentrum für Logistik für Verkehr
Albert Hölzle, Zentrum für Logistik für Verkehr
Elham Naderipour, Transportsysteme und -logistik
Yongxin Sun, Transportsysteme und -logistik

Ruhr-Universität Bochum

Abeer Abdulnabi Ali, Mobilität und Demographischer Wandel
Dr. Michael Kretzer, Mobilität und Demographischer Wandel
Jennifer Zorn, Mobilität und Demographischer Wandel

SysPlan Gesellschaft für Logistik-Systemplanung mbH

Uwe Moszyk, Geschäftsführung

Zitierweise:

Beckmann, Holger (Hrsg.): Handlungsleitfaden Smart Park City Hubs und virtuelle Infrastruktur, 1. Auflage, Institut GEMIT, Mönchengladbach 2023

1. Auflage, Institut GEMIT, Mönchengladbach

Stand: April 2023

Die Projektförderung erfolgt im Rahmen der Umsetzung des operationellen Programms des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) in Nordrhein-Westfalen für den Zeitraum 2014-2020 mit einer Kofinanzierung durch das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen. Die Gesamtfördersumme setzt sich aus Landesmitteln in Höhe von insgesamt rund 650.757 Euro und Fördermitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) in Höhe von rund 866.575 Euro zusammen.

Gefördert durch:

EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

Ministerium für Umwelt,
Naturschutz und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen

EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Disclaimer:

Das in diesem Text gewählte generische Maskulinum bezieht sich zugleich auf die männliche, die weibliche und andere Geschlechteridentitäten. Zur besseren Lesbarkeit wird auf die Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Soweit nicht explizit anders erwähnt, sind immer alle Geschlechteridentitäten gemeint.

Abbildungen und Tabellen sind immer eigene Darstellungen, soweit nicht auf eine andere Quelle verwiesen wird.

Erwähnungen oder Auflistungen von Unternehmen oder Produkten o.ä. haben immer beispielhaften Charakter ohne Anspruch auf Vollständigkeit, soweit nicht explizit anders beschrieben.

Inhalt

Abbildungsverzeichnis XIV
Tabellenverzeichnis XX
Abkürzungsverzeichnis XXIII
1 Einleitung 1
1.1 Projekt Scope 3
1.2 Gliederung des SPaCiH-Abschlussberichts 5
2 Beschreibung des SPaCiH-Konzeptes 6
2.1 Definition Smart Park 8
2.2 Definition City Hub 10
2.2.1 Referenzkonzept cityhub Niederlande 10
2.2.2 Referenzkonzept incharge Düsseldorf 11
2.2.3 Das City Hub-Konzept als komplexer Logistikknoten 12
2.3 Implikationen von Smart Park City Hubs und notwendige Servicebausteine 13
2.3.1 Implikationen des Aspektes Smart 13
2.3.2 Implikationen des Aspektes Park (Gewerbe- bzw. Industriepark) 14
2.3.3 Smart Park-Konzept: Eine erweiterte Betrachtung der industriellen Symbiose 15
2.3.4 Implikationen des Apektes City 15
2.3.5 Implikationen des Aspektes Hub 16
2.3.5.1 Umschlag 17
2.3.5.2 Cross Docking 17
2.3.5.3 Lagerung 17
2.3.5.4 Value Added Services (VAS) 17
2.3.6 Implikationen des Smart Park-Basiskonzeptes Business Ecosystem 18
2.3.7 Implikationen des Smart Park-Konzeptbausteins Innovation Ecosystem 18
2.3.8 Implikationen des Smart Park-Konzeptbausteins Platform Economy 18
2.3.9 Implikationen des Smart Park-Basiskonzeptes Shared Economy 19
2.4 Architektur des SPaCiH-Ansatzes 20
2.4.1 SPaCiH-Netzwerk 20
2.4.2 Grundstruktur eines SPaCiH-Knotens 22
2.4.3 Akteure und Rollen am SPaCiH-Standort (Knoten) 23
2.4.4 Akteure und Rollen im SPaCiH Netzwerk 28
2.4.5 Servicestruktur eines Smart Parks 29
2.4.6 Basisservices 30

2.4.7 SPaCiH-Services 32
2.4.7.1 Managementservices 33
2.4.7.2 SPaCiH-Wertschöpfung 34
2.4.7.3 SPaCiH Logistikservices 35
2.4.7.4 Supportservice 35
2.4.7.5 Servicestruktur eines Smart Park City Hubs (Netzwerk) 36
2.4.8 SPaCiH-Managementservices der Netzwerkorganisation 36
2.5 Organisationsstruktur eines Smart Parks City Hubs 37
2.5.1 Organisations-Dimension I 37
2.5.2 Organisations-Dimension II 38
2.5.3 Organisations-Dimension III 40
2.6 Kooperationsplattform 42
2.6.1 Zielsetzung 42
2.6.2 Einbindung in den organisatorischen Rahmen von SPaCiH 42
2.6.3 Cost Benefit Sharing 44
2.6.4 Status Quo im Bereich digitaler Plattformen 45
2.6.5 Domänenmodell 47
2.6.6 Einzelne Domänen der Kooperationsplattform 48
2.6.6.1 Plan & Build 48
2.6.6.1.1 Run & Improve 48
2.6.6.1.2 Value Services 49
2.6.6.1.3 Data 52
2.6.6.1.4 E-Commerce 54
2.6.6.1.5 Administration 54
2.6.6.2 Konsolidierung und Einordnung der Unterkategorien der Domänen 55
2.6.7 Implementierung 56
2.7 Nachhaltige Energieversorgung 57
2.7.1 Situation im Energiemarkt 57
2.7.2 Erneuerbare Energien im SPaCiH 59
2.7.2.1 Photovoltaikanlagen 59
2.7.2.2 Solarthermie 60
2.7.2.3 Windkraftanlagen 61
2.7.2.4 Geothermieanlagen und Wärmepumpen 62
2.7.2.5 Wasserkraftwerk 64
2.7.2.6 Energie aus Biomasse 66
2.7.2.7 Elektrolyseanlagen 69
2.7.2.8 Kraft-Wärme-Kopplung 70

2.7.2.9 Vernetzte Energiesysteme 72
2.7.2.10 Beispiele der integrativen Umsetzung 73
2.8 Use-Cases 76
2.8.1 Circular Economy 76
2.8.1.1 SPaCiH Managementservices 78
2.8.1.2 Wertschöpfung und Logistik 78
2.8.1.3 Energieversorgung 79
2.8.1.4 Reverse Logistics 79
2.8.1.5 Einbindung der CE in die Wertschöpfung des SPaCiH 80
2.8.1.6 Produktdesign und Geschäftsmodelle 80
2.8.1.7 Ebene der SPaCiH Wertschöpfung 81
2.8.1.8 Reverse Logistics 81
2.8.1.9 Entsorgung 81
2.8.1.10 Referenzprojekte und Einordnung in das 9R-Framework 82
2.8.1.10.1 Back Market (R3 Reuse, R4 Repair, R5 Refurbish) 82
2.8.1.10.2 Parley for the Oceans & Adidas – PrimeBlue (R8 Recycling, Remining) 82
2.8.1.10.3 Renault Re-FACTORY (R5, R6, R7) 83
2.8.2 Smart-Regio-Foodhub 84
2.8.2.1 Definition eines Foodhubs 85
2.8.2.2 Einbindung eines Foodhubs ins SPaCiH-Konzept 86
2.8.2.3 Akteure und Rollen im Ecosystem 88
2.8.2.4 Funktionsbausteine des Foodhubs 91
2.8.2.5 Management 91
2.8.2.6 Wertschöpfung 92
2.8.2.7 Logistik 95
2.8.2.8 Energieversorgung 98
2.8.2.9 Konfigurationsmethode für einen Foodhub 98
2.8.3 H2 Hub 99
2.8.3.1 Definition 99
2.8.3.2 Akteure und Rollen im Ecosystem 100
2.8.3.3 Funktionsbausteine und Einbindung in das SPaCiH-Konzept 102
2.8.3.4 Referenzprojekte 108
2.8.4 Additive Fertigung 110
2.8.4.1 Definition und technische Ausprägungen 111
2.8.4.2 Akteure und Services im Ecosystem 112
2.8.4.3 Einbindung ins SPaCiH-Konzept 113
3 Vorgehensweise bei der SPaCiH-Implementierung 116
3.1 Strategieplanung 116
3.1.1 Definition Strategieplanung im SPaCiH-Kontext 116

3.1.2 Ziel und Untersuchungsgegenstand der Strategieplanung 117
3.1.2.1 Digitalisierung und Plattform-Ökonomie 118
3.1.2.2 Umsetzung der Circular Economy 119
3.1.2.3 Use-Cases als Referenz und Attraktoren für das SPaCiH-Konzept 120
3.1.2.4 Ressourcenallokationsstrategie 120
3.1.2.5 Wachstumsstrategie 121
3.1.2.6 Business-Ecosystem 124
3.1.3 Zusammenfassung im Masterplan 126
3.1.4 Definition des Businessmodells 128
3.1.4.1 SPaCiH-Netzwerkorganisation (SNO) 131
3.1.4.2 SPaCiH-Knoten-Organisation (SKO) 135
3.1.4.3 SPaCiH-Sharing-Services – Ladungsträgerpooling 139
3.2 Strukturplanung SPaCiH 144
3.2.1 Definition Strukturplanung im SPaCiH Kontext 144
3.2.2 Untersuchungsraum der Strukturplanung 145
3.2.3 Ziel und Untersuchungsgegenstand der Strukturplanung 145
3.2.4 Vorgehensweise und Grundprinzpien bei der Standortplanung 146
3.2.5 Phasenkonzept der Standortplanung 147
3.2.5.1 Datenerhebung, -analyse und -dokumentation 148
3.2.5.1.1 Gütergruppen und deren Mengengerüst 148
3.2.5.1.2 Geographische Verteilungen der zu versorgenden Einwohner 148
3.2.5.1.3 Bestehende logistische Infrastruktur in NRW 150
3.2.5.1.4 Bestehende SPaCiH relevante logistische Knoten in NRW 153
3.2.5.1.5 Methodenauswahl der Optimierung 165
3.2.5.1.6 Definition des Erreichbarkeitsradius 167
3.2.5.2 Szenarienanalyse und -vergleich 171
3.2.5.3 Metaanalyse 180
3.2.5.4 Fazit und Ableitung von Handlungsempfehlungen 183
3.2.5.5 Raumplanung 186
3.2.5.5.1 Bundesebene 187
3.2.5.5.2 Landesebene 188
3.2.5.5.3 Regionale Ebene 190
3.2.5.5.4 Kommunale Bauleitplanung 191
3.2.5.5.4.1 Flächennutzungsplan 192
3.2.5.5.4.2 Bebauungsplan 192
3.2.5.6 Baunutzungsverordnung 193
3.2.5.7 Checkliste für die Baurechtsschaffung 194
3.2.5.7.1 Schritt 1: Welcher Gebietstyp kommt in Frage? 195
3.2.5.7.2 Schritt 2: Weitere Planungsaspekte 195

3.2.5.7.2.1 Verkehrsgutachten ... 195
3.2.5.7.2.2 Schalltechnische Untersuchung ... 195
3.2.5.7.2.3 Bodengutachten ... 195
3.2.5.7.2.4 Altlastenuntersuchung ... 195
3.2.5.7.2.5 Artenschutz ... 196
3.2.5.7.2.6 Kompensationsflächen ... 196
3.2.5.7.2.7 Klagen durch Bürger ... 196
3.2.5.7.2.8 Klagen durch Umweltverbände ... 196
3.2.5.8 Fördernde Ansätze für die Planung eines SPaCiH-Standortes ... 196
3.2.5.8.1 Steuerungsrelevante Ansätze für ein regionales Flächenmanagement ... 196
3.2.5.8.2 Kooperationsrelevante Ansätze für ein regionales Flächenmanagement ... 198
3.2.5.8.3 Umweltrelevante Ansätze ... 199
3.2.6 Datentabellen ... 199
3.2.6.1 Liste potenzieller Anlegestellen ... 199
3.2.6.2 Bestehende KV-Terminals ... 200
3.2.6.3 Liste der TOP 60 Städte in NRW ... 201
3.3 Systemplanung ... 203
3.3.1 Transporttechnik ... 203
3.3.1.1 Definition Fahrräder mit Motorunterstützung ... 203
3.3.1.2 Lastenräder ... 203
3.3.1.3 Typen von Lastenräder ... 204
3.3.1.4 Einsatzgebieten von Lastenräder ... 205
3.3.1.5 Vierrad-Elektro-Stehroller ... 207
3.3.1.6 Dreirad-Elektro-Sitzroller ... 208
3.3.1.7 Drohne/ Multicopter ... 208
3.3.1.8 Lieferroboter ... 209
3.3.1.9 Paketzüge ... 211
3.3.1.10 Straßenbahn ... 213
3.3.1.11 Seilbahn ... 217
3.3.1.12 Nutzfahrzeuge bis 7,5 t ... 219
3.3.1.12.1 Elektrische Nutzfahrzeuge ... 220
3.3.1.12.2 Gasbetriebe Nutzfahrzeuge ... 221
3.3.1.13 Nutzfahrzeuge über 7,5 t ... 222
3.3.1.14 Sonderfahrzeuge ... 223
3.3.1.15 Güterzüge/ Güterbahn ... 224
3.3.1.16 Binnenschiffe ... 225
3.3.1.17 Tunnelsysteme ... 229
3.3.1.17.1 Smart City Loop ... 230
3.3.1.17.2 Cargo sous terrain (CST) ... 231

3.3.1.17.3 CargoCap 232
3.3.2 Umschlagstechnik 233
3.3.2.1 Vertikaler Umschlag 233
3.3.2.1.1 Kräne 233
3.3.2.1.2 Container-Stapler 234
3.3.2.2 Horizontaler Umschlag 235
3.3.3 Transporthilfsmittel 237
3.3.3.1 Container 238
3.3.3.2 Konzept iWald 240
3.3.3.3 Konzept Rytle GmbH 242
3.3.3.4 Konzept RMS MOOVE 243
3.3.4 Arten von Logistik-Depots/ Hubs 246
3.3.4.1 Packstation/ Paketstation/ Paketbox 246
3.3.4.2 Paketkasten 247
3.3.4.3 Quartiers-Concierge-Dienste 248
3.3.4.4 Ladezone 248
3.3.4.5 Ladehof 249
3.3.4.6 Mikro-Depot/ Mikro-Hub 249
3.3.4.6.1 Mikro-Depot mobil 250
3.3.4.6.2 Mikro-Depot stationär 251
3.3.4.7 City-Terminal/ City-Hub 252
3.3.4.7.1 Handlungsfeld räumliche Verdichtung 255
3.3.4.7.2 Handlungsfeld zeitliche Verdichtung 256
3.3.4.8 Güterverkehrszentrum (GVZ) 257
3.3.4.9 City-Maut 258
3.3.5 Exkurs Konsumenten-Warenbedarfsmengen 258
3.3.6 SPaCiH-Flächen 260
3.3.6.1 Ermittlung der Lagerkapazität 260
3.3.6.2 Ermittlung Flächenbedarf Lager (Netto) 260
3.3.6.3 Zuschlag Hauptverkehrsflächen und Vorzonen 261
3.3.6.4 Zuschlag Büroflächen 262
3.3.6.5 Zuschlag Außen- und Rangierflächen 262
3.3.6.6 Beispiel Gesamtflächenbedarf 262
3.3.6.7 Gesamtflächenbedarf für den Standort Krefeld und Wesel 262
3.3.7 Fazit und Ableitung von Handlungsempfehlungen 263
4 Untersuchung der Güterströme in der Pilotregion NRW 266
4.1 Güterströme in der Pilotregion 266
4.1.1 Anwendungsbereich 266
4.1.1.1 Transportparameter 266

4.1.1.2 Güterarten – Güternomenklaturen NST2007 268
4.1.1.3 Untersuchungsräumliche Bezugseinheit (NUTS-Regionen) 268
4.1.1.4 Distributionsebenen im Güterverkehr 268
4.1.1.4.1 Mikrobewegungen 269
4.1.1.4.2 Urbane Bewegungen 270
4.1.1.4.3 Regionale Bewegungen 270
4.1.1.4.4 Überregionale Bewegungen 271
4.1.2 Die SPaCiH-Güterstrommatrix 272
4.1.2.1 Transportströme nach Güterklassen 273
4.1.2.1.1 Güterklassen Krefeld 273
4.1.2.1.2 Güterklassen Wesel 276
4.1.2.1.3 Güterklassen Krefeld & Wesel im Vergleich 278
4.1.2.1.4 Handlungsempfehlung: Verkehrsverlagerungspotenzial Güterklassen 278
4.1.2.2 Transportströme nach Quellen & Senken 279
4.1.2.2.1 Transportströme NRW 279
4.1.2.2.2 Transportströme Krefeld 280
4.1.2.2.3 Transportströme Wesel 281
4.1.2.2.4 Güterströme Krefeld & Wesel im Vergleich 282
4.2 Einfluss einer theoretischen Verkehrsverlagerung auf die CO_2-Emissionen 284
4.2.1 Zielsetzung der CO_2-Berechnung 284
4.2.2 SCOPE 284
4.2.3 IST-Analyse 284
4.2.4 SOLL-Analyse 285
4.2.4.1 Verlagerungsszenario 1: Straße-Schiene 286
4.2.4.2 Verlagerungsszenario 2: Straße-Wasserstraße 286
4.2.5 IST-SOLL-Vergleich der Verlagerungsszenarien 286
4.2.6 Fazit und Handlungsempfehlungen 287
4.2.6.1 Handlungsempfehlungen: Politische Gestaltung des Wettbewerbs zwischen Schiene und Straße 287
4.2.6.2 Handlungsempfehlung: Beseitigung infrastruktureller Engpässe und Erweiterung der Umschlagskapazitäten 288
4.2.6.3 Förderung von Weiterbildungsmöglichkeiten und Beratungsangeboten in der Abwicklung von Schienen- und Wasserstraßenverkehren 289
4.2.7 Ausblick und Folgeschritte zur Verkehrsverlagerung 289
5 Anwendung des SPaCiH-Konzeptes an den Pilotstandorten 290
5.1 IST-Analyse Stakeholder, Living Lab Ergebnisse und Bürgerdialoge 290
5.1.1 Stakeholder 290
5.1.1.1 Mapping 290

5.1.1.2 Register ... 291
5.1.1.3 Matrix ... 296
5.1.1.4 Ableitungen ... 297
5.1.2 Living Lab-Ergebnisse ... 298
5.1.2.1 Partizipative Methoden ... 298
5.1.2.2 Internetplattform Zoom ... 298
5.1.2.3 Conceptboard ... 298
5.1.2.4 Umfragen ... 299
5.1.3 Bürgerdialoge ... 299
5.1.3.1 Fragebogen ... 299
5.1.3.2 Auswahl der Standorte ... 303
5.1.3.3 Durchführung der Dialoge ... 303
5.1.3.4 Auswertung der Bürgerdialoge ... 304
5.1.4 Urbane Logistik, Herausforderungen und Relevanz von Mehrwertlösungen ... 306
5.2 Stadt Krefeld ... 313
5.2.1 Geografische Lage ... 313
5.2.2 Stadtbezirke nach PLZ ... 313
5.2.3 Verkehrsinfrastruktur ... 314
5.2.3.1 Binnenwasserstraßen ... 314
5.2.3.1.1 Streckenbeschreibung Niederrhein ... 315
5.2.3.1.2 Schiffsverkehr Niederrhein ... 316
5.2.3.2 Schienenverkehr ... 316
5.2.3.2.1 Schienennetz Güterverkehr ... 316
5.2.3.2.2 Schienennetz Personenverkehr ... 317
5.2.3.2.3 Schienennetz Straßenbahn ... 319
5.2.3.3 Straßenverkehr ... 320
5.2.4 Wirtschaft in Krefeld ... 322
5.2.5 Rheinhafen Krefeld ... 323
5.2.5.1 Standort ... 323
5.2.5.2 Hafen-Steckbrief Krefeld ... 325
5.2.5.2.1 Umschlag ... 325
5.2.5.2.2 Infrastruktur ... 325
5.2.5.2.3 Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) ... 326
5.2.5.2.4 Unternehmen, Gelände/ Hafenbetrieb, Bahnbetrieb ... 327
5.2.5.3 Flächenpotenziale Rheinhafen Krefeld ... 328
5.2.6 SPaCiH-Konzeption am Standort Krefeld ... 332
5.2.6.1 Umsetzungsszenarien und Business Ecosysteme ... 332
5.2.6.1.1 Umsetzung Hubtyp Umschlag ... 333
5.2.6.1.2 Umsetzungsszenarien Umschlag, Cross-Docking ... 334

5.2.6.1.3 Umsetzungsszenarien Umschlag, Cross-Docking, Lagerung 334
5.2.6.1.4 Umsetzungsszenarien Umschlag, Cross-Docking, Lagerung, VA-Services... 335
5.2.6.2 Konzept City-Anbindung 336
5.2.6.2.1 Straßenbahn 336
5.2.6.2.2 E-Lkw 337
5.2.6.2.3 Lastenräder 338
5.2.6.2.4 Mikrohubs 338
5.2.6.3 Fazit und Handlungsempfehlungen 338
5.3 Kreis Wesel 340
5.3.1 Geografische Lage 340
5.3.2 Kommunen und Städte nach PLZ 341
5.3.3 Verkehrsinfrastruktur 341
5.3.3.1 Binnenwasserstraßen 341
5.3.3.2 Schienenverkehr 342
5.3.3.3 Straßenverkehr 342
5.3.4 Wirtschaft in Wesel 342
5.3.5 Hafenverbund DeltaPort GmbH & Co. KG 343
5.3.5.1 Standort 343
5.3.5.2 Hafen-Steckbriefe Wesel 344
5.3.5.3 Flächenpotenziale 345
5.3.6 SPaCiH-Konzeption am Standort Wesel 350
5.3.6.1 Umsetzungsszenarien und Business Ecosysteme 350
5.3.6.1.1 Umsetzungsszenarien Umschlag 350
5.3.6.1.2 Umsetzungsszenarien Umschlag, Cross-Docking 351
5.3.6.1.3 Umsetzungsszenarien Umschlag, Cross-Docking, Lagerung 351
5.3.6.1.4 Umsetzungsszenarien Umschlag, Cross-Docking, Lagerung, VA-Services... 352
5.3.6.1.5 Umsetzungsszenario Food Hub 352
5.3.6.1.6 Umsetzungsszenario H_2-Hub 353
5.3.6.1.7 Umsetzungsszenario Circular Economy 353
5.3.6.2 Konzept City-Anbindung 354
5.3.6.3 Fazit und Handlungsempfehlungen 356
6 Zusammenfassung 357
7 Handlungsempfehlungen 359
7.1 Masterplan 359
7.2 Empfehlungen zur Umsetzung der Handlungsfelder 362
7.3 Forschungsbedarfe 365
7.4 Metaview 370

8 Anhang 391
8.1 Dokumentation der Living Labs 391
8.1.1 Living Lab „Kombinierter Verkehr und City-Logistik“ 391
8.1.2 Living Lab „IT-/ Kooperationsplattform“ 391
8.1.3 Living Lab „Dienstleistungen eines Smart Park City Hubs (Teil 1)“ 392
8.1.4 Living Lab „Dienstleistungen eines Smart Park City Hubs (Teil 2)“ 393
8.1.5 Living Lab „Regio Food Hub“ 394
8.1.6 Living Lab „City-Logistik für Lebensmittel“ 396
8.1.7 Living Lab „Eco Store – Kühl-/ Frischelogistik für Lebensmittel“ 399
8.1.8 Living Lab „Kreislaufwirtschaft“ 400
8.1.9 Living Lab „3D-Druck für eine dezentrale, agile Produktion“ 400
8.2 Veranstaltungen 403
8.3 Publikationen 405
8.4 Homepage und Social Media 406
8.5 Potenzielle Anlegestellen 410
8.6 Methodik zur Ermittlung der Konsumenten-Warenbedarfsmengen 426
8.7 Güterverkehrsaufkommen nach Verflechtungsmatrix 432
8.7.1 NST2007 Güterabteilungen und Gütergruppen 432
8.7.2 Güterverkehrsaufkommen 2030 nach Krefeld und nach Wesel in Tonnen 433
8.7.3 Güterverkehrsaufkommen 2030 von Krefeld und Wesel in Tonnen 434
8.7.4 Güterverkehrsaufkommen 2030 Krefeld und Wesel in Tonnen insgesamt 435
8.7.5 Verkehrsgütermatrix von und nach Stadt Krefeld 436
8.7.6 Verkehrsgütermatrix von und nach Kreis Wesel 437
8.7.7 Verkehrsgütermatrix von und nach NRW 438
8.8 Übersicht SPaCiH-relevante logistische Software 439
8.9 Strukturdaten logistischer Knoten 452
9 Literaturverzeichnis 469

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Ziel des SPaCiH-Konzeptes 2
Abbildung 1-2: Schwerpunkte des SPaCiH-Projektes 3
Abbildung 2-1: Darstellung eines SPaCiH-Netzes 6
Abbildung 2-2: Beispielhafter SPaCiH Standort 8
Abbildung 2-3: SPaCiH relevante Basiskonzepte des Smart Park-Ansatzes 8
Abbildung 2-4: cityhub als Beispiel für ein erfolgreiches City-Logistik-Konzept in den Niederlanden 11
Abbildung 2-5: incharge als Beispiel für ein erfolgreiches City-Logistik-Konzept in Düsseldorf 12
Abbildung 2-6: Einbindung der „Industriellen und Urbanen Symbiose“ in das SPaCiH Konzept 14
Abbildung 2-7: Servicegebiete der SpaCiH Standorte (Quelle: SysPlan) 16
Abbildung 2-8: Alternative Hub-Konstellationen als SpaCiH-Konfigurationsbausteine 16
Abbildung 2-9: Das SPaCiH-Netzwerk (beispielhaft) 20
Abbildung 2-10: (virtuelle) Häfen und Bahnhöfe als City-SPaCiHs 22
Abbildung 2-11: Generische Schritte des Planungsprozesses in der Logistik 22
Abbildung 2-12: SPaCiH-Konfigurationsprozess 23
Abbildung 2-13: Grundstruktur eines SPaCiH-Gewerbe- bzw. Industrieparks in Bezug auf Rollen und Akteure 24
Abbildung 2-14: Ebenen der SPaCiH-Servicestruktur 29
Abbildung 2-15: Logistikservices und Use-Cases 34
Abbildung 2-16: Erweiterte Servicelevel als Basis der Szenarien-Definition für die Untersuchung der Pilotstandorte 35
Abbildung 2-17: SPaCiH-Organisationstruktur 37
Abbildung 2-18: Domänenmodell 47
Abbildung 2-19: Konzept des Datenraums 53
Abbildung 2-20: Domänenmodell Einordnung in Planungsebenen und Supply Chain Phasen 55
Abbildung 2-21: Primärenergieverbrauch in Deutschland 2021 57
Abbildung 2-22: Energieflussbild Deutschlands 2020 in PJ (Petajoule) 58
Abbildung 2-23: Energierohstofflieferanten Deutschlands 2020 (Angaben in Mio. t SKE) 58
Abbildung 2-24: CO_2-neutrale Fabrik – Green Factory der Alois-Müller-Gruppe 60
Abbildung 2-25: Solarthermieanlagen bei AVL List 61
Abbildung 2-26: Windkraftanlage im Green Park 62
Abbildung 2-27: Funktionsprinzip einer Wärmepumpe 63
Abbildung 2-28: Aufbau der Flussgroßwärmepumpe 64
Abbildung 2-29: Laufwasserkraftwerk Laufenburg 65
Abbildung 2-30: Hydrokinetische Turbine des DesignPro Renewables-Projektes 66
Abbildung 2-31: Möglichkeiten der Biomassennutzung 66
Abbildung 2-32: Biomasse-Heizkraftwerk der Gocher Bioenergie GmbH 68
Abbildung 2-33: Biomassekraftwerk am Lippewerk 68
Abbildung 2-34: VERBIO-Bioraffinerie 69
Abbildung 2-35: Energiereislauf durch Wasserstoff in Energiepark Mainz 70
Abbildung 2-36: Biogasbetriebenes Blockheizkraftwerk 71
Abbildung 2-37: Smart Grid Einbindung im SPaCiH 72
Abbildung 2-38: Sektorenkopplung im Energienetz des Brainergy Parks 74
Abbildung 2-39: Power of Logistics 75
Abbildung 2-40: Beispielhafte Einordnung der R-Strategien innerhalb der Prozesskette 80
Abbildung 2-41: Prozesskette Back Market 82
Abbildung 2-42: Prozesskette Adidas und Parley 83

Abbildung 2-43: Prozesskette der Renault RE-FACTORY 84
Abbildung 2-44: Funktionen eines Foodhubs 86
Abbildung 2-45: Einbindung eines Foodhubs ins SPaCiH-Konzept 87
Abbildung 2-46: Modellierung Regio Food Hub 89
Abbildung 2-47: Akteure im Smart-Regio-Foodhub Ecosystem 89
Abbildung 2-48: Mögliche Akteure und Rollen in der Wasserstoff-Wertschöpfungskette 102
Abbildung 2-49: H2-Hub im SPaCiH 103
Abbildung 2-50: Wasserstoffhub Rotterdam 109
Abbildung 2-51: Wasserstoffverbund Hamburg 110
Abbildung 2-52: Prozesskette des 3D-Drucks 112
Abbildung 3-1: Stufen der Nachhaltigkeitsstrategie 116
Abbildung 3-2: Strategische Handlungsfelder 118
Abbildung 3-3: Strategische Optionen einer Wachstumsstrategie 121
Abbildung 3-4: Beispielhaftes Business Ecosystem eines SPaCiH-Knotens 124
Abbildung 3-5: Vernetzung der SPaCiH Business Ecosystems 125
Abbildung 3-6: SPaCiH-Masterplan 127
Abbildung 3-7: Geschäftsmodel Ebenen 129
Abbildung 3-8: Entwicklung und Umsetzung eines Geschäftsmodells in sechs Phasen 129
Abbildung 3-9: Business Model Canvas – SPaCiH-Netzwerkorganisation (SNO) 132
Abbildung 3-10: Business Model Canvas – SPaCiH-Knotenorganisation (SKO) 136
Abbildung 3-11: Business Model Canvas – Ladungsträgerpooling 140
Abbildung 3-12: SPaCiH-Netzwerk 145
Abbildung 3-13: Phasenkonzept der Standortplanung 148
Abbildung 3-14: Verteilung Einwohner in NRW je Postleitzahlgebiet 149
Abbildung 3-15: Fluss- und Kanalnetz in NRW 151
Abbildung 3-16: Bahnnetz der DB-Cargo 153
Abbildung 3-17: Intermodale Standorte in NRW (Stand 2/2022) 155
Abbildung 3-18: Karte mit den 50 KV-Terminals in NRW (Bild: SysPlan) 158
Abbildung 3-19: Statistisch erfasste Hafenstandorte in NRW (Bild: SysPlan) 160
Abbildung 3-20: Standorte von Häfen mit Container-Umschlag in NRW (Bild: SysPlan) 162
Abbildung 3-21: Potenzielle Anlegestellen City-SPaCiH, (Bild: SysPlan) 163
Abbildung 3-22: Untersuchung des Fluss- und Kanalnetzes in NRW 164
Abbildung 3-23: Detailuntersuchung möglicher Ausschleuspunkte im Fluss- und Kanalnetzes in NRW 164
Abbildung 3-24: Freie Gewerbeflächen in NRW (Stand 10/2021) (Bild: SysPlan) 165
Abbildung 3-25: Aufbau einer Stadt aus logistischer Perspektive 168
Abbildung 3-26: Orientierungspunkte zur Ableitung der Versorgungsgebiete eines SPaCiHs 170
Abbildung 3-27: Standortstruktur Szenario I – Bestehende intermodale Standorte in NRW vgl. Tabelle 3-6 173
Abbildung 3-28: Szenario I mit 81 % Abdeckungspotenzial Einwohnern in NRW (Bild: SysPlan) 174
Abbildung 3-29: Abdeckungspotenzial in Anzahl Einwohnern je Standort Szenario I (Bild: SysPLan) 175
Abbildung 3-30: Standortstruktur gemäß Szenario II (wie I + Hafenstandorte vgl. Tabelle 3-6) 175
Abbildung 3-31: Radien von 1- 3 km um die Anlegestellen (City-SPaCiH) (Bild: SysPlan) 177
Abbildung 3-32: Standortstruktur Szenario V (Optimierung auf Basis Szenario I (vgl. Tabelle 3-7: Szenarien-Vergleich) 179
Abbildung 3-33: Standortstruktur Szenario VI (Idealplanung vgl. Tabelle 3-6) 180
Abbildung 3-34: Meta-Analyse der TOP-Szenarien (Bild: SysPlan) 181
Abbildung 3-35: Meta-Analyse der TOP-Szenarien mit freien Flächen (Bild: SysPlan) 183

Abbildung 3-36: Planungs- und Genehmigungshierarchie 187
Abbildung 3-37: Unterteilung der letzten Meile, aus „Potenziale für Lastenradtransporte“..... 205
Abbildung 3-38: Fahrzonen um einen Mikro-Hub (r = Radius) 206
Abbildung 3-39: Vierrad-Elektro-Stehroller STINT Cargo 207
Abbildung 3-40: Vierrad-Elektro-Stehroller STINT Pickup 208
Abbildung 3-41: Dreirad-Elektro-Sitzroller 208
Abbildung 3-42: Lieferdrohne 209
Abbildung 3-43: Lieferroboter 210
Abbildung 3-44: Gita-Konzept 210
Abbildung 3-45: Smart Delivery Station 211
Abbildung 3-46: Autonomer Routenzug 212
Abbildung 3-47: Cargohopper 212
Abbildung 3-48: CarGoTram 213
Abbildung 3-49: Straßenbahn zur Müllsammlung in Zürich 214
Abbildung 3-50: Verladung und Ladesicherung Güterstraßenbahn Frankfurt 215
Abbildung 3-51: LogIKTram 216
Abbildung 3-52: DHL-Versuchsbahn in Schwerin 216
Abbildung 3-53: Seilbahn für Paketzustellung 217
Abbildung 3-54: Mögliche Mikro-Hubs und Verteilgebiete im Bochumer Süd-Osten 218
Abbildung 3-55: Autoseilbahn Bratislava 218
Abbildung 3-56: Anzahl am Markt verfügbarer Elektro-Lkw nach Antriebsart (Quelle: Lkw-Datenbank des ifeu) 219
Abbildung 3-57: StreetScooter 221
Abbildung 3-58: Daily Elektric 221
Abbildung 3-59: Absenkbarer Laderaum 223
Abbildung 3-60: Lastenrad des Unternehmens Vert chez vous 226
Abbildung 3-61: Umschlag Franprix 227
Abbildung 3-62: Belieferung mit Null-Emissions-Boot in Utrecht/ Niederlande 227
Abbildung 3-63: Binnenschiff mit Handlingssystem zur Be- und Entladung ohne Hafeninfrastruktur. 228
Abbildung 3-64: Modell der Port Feeder Barge 228
Abbildung 3-65: Mercurius Amsterdam und Transferium 229
Abbildung 3-66: System vom Kölner Unternehmen Smart City Loop 230
Abbildung 3-67: Cargo sous terrain (CST) 231
Abbildung 3-68: Verlauf Cargo Sous Terrain 232
Abbildung 3-69: CargoCap 232
Abbildung 3-70: Kräne 234
Abbildung 3-71: Stapler 235
Abbildung 3-72: Sonderverladesysteme 235
Abbildung 3-73: Horizontale Umschlag mit CargoBeamer 236
Abbildung 3-74: Lohr Railway System 236
Abbildung 3-75: Konzept Flexiwaggon 237
Abbildung 3-76: ISO-Container 238
Abbildung 3-77: Joloda-Verladesystem 240
Abbildung 3-78: Seitenlader 240
Abbildung 3-79: GH Container von der Wenker GmbH & Co KG 241
Abbildung 3-80: GH Box Cool 241
Abbildung 3-81: eTrailer und Zugfahrzeug 242
Abbildung 3-82: Rytle-Konzept 242

Abbildung 3-83: Rytle-Lastenrad MovR3 Details 243
Abbildung 3-84: RMS MOOVE-Konzept 244
Abbildung 3-85: Fulpra Lastenfahrrad 244
Abbildung 3-86: Eco Carrier 245
Abbildung 3-87: DHL Lastenfahrrad 245
Abbildung 3-88: Rollwagensystem 245
Abbildung 3-89: Packstation DHL 246
Abbildung 3-90: Paketbox DHL 246
Abbildung 3-91: Packstation 247
Abbildung 3-92: Paketkasten 247
Abbildung 3-93: Ladezone 248
Abbildung 3-94: Ladehof 249
Abbildung 3-95: Mobiler UPS Mikro Hub 250
Abbildung 3-96: Mikro-Depot 251
Abbildung 3-97: Korrelation Paketumschlag zu Mikro-Depot-Fläche 252
Abbildung 3-98: Prinzip eines City-Logistik-Zentrums am Beispiel von CityPorto in der Stadt Padua (Norditalien) 253
Abbildung 3-99: Fahrzeuge der Fa. Thun 254
Abbildung 3-100: Projekt Logistik-Hotel in Paris 255
Abbildung 3-101: Entwicklung der Zulassung von Nutzfahrzeugen 255
Abbildung 3-102: Trimodales City-GVZ Westhafen 257
Abbildung 3-103: GVZ Dresden 257
Abbildung 3-104: Prinzip Skizze SPaCiH-Flächen 260
Abbildung 3-105: Skizze der Parameter 261
Abbildung 4-1: Logik einer Lieferkette in der Verflechtungsprognose, eigene Darstellung 266
Abbildung 4-2: Verkehrsaufkommen bei Bahn und Binnenschiff: Vergleich zwischen Ist-Werten (Verkehr in Zahlen) und prognostizierten Werte (Verflechtungsprognose), eigene Darstellung 267
Abbildung 4-3: Verkehrsaufkommen im Straßengüterverkehr: Vergleich zwischen Ist-Werten (Verkehr in Zahlen) und prognostizierten Werte (Verflechtungsprognose), eigene Darstellung 267
Abbildung 4-4: Vorrangige Güterklassen je Verkehrsträger (Plätze 1 bis 3) und in Summe - Stadt Krefeld 275
Abbildung 4-5: Vorrangige Güterklassen je Verkehrsträger (Plätze 1 bis 3) und in Summe – Kreis Wesel 277
Abbildung 4-6: Zusätzlich belastete Bahnhöfe und Bahnstrecken durch die Verlagerung 288
Abbildung 4-7: Zusätzliche Belastete Häfen und Binnenschiffstrecken durch Verlagerung 289
Abbildung 5-1: Stakeholder-Mapping in der Variante Kreis (Stand: 7.4.2022) 291
Abbildung 5-2: Kategorien im Stakeholder-Register 292
Abbildung 5-3: Stakeholder-Fragebogen 295
Abbildung 5-4: Stakeholder-Matrix zur Darstellung von Betroffenheit, Beteiligung sowie Einfluss von Stakeholdern 297
Abbildung 5-5: Fragebogen als Leitfaden für die Bürgerdialoge 302
Abbildung 5-6: Impressionen Bürgerdialoge 304
Abbildung 5-7: Online-Fragebogen für die Befragung von Einzelhändlern in NRW, der in LimeSurvery überführt und umgesetzt wurde. 312
Abbildung 5-8: Karte Krefeld und Umgebung 313
Abbildung 5-9: Postleitzahlen in Krefeld 313
Abbildung 5-10: Wasserstraße Krefeld 314
Abbildung 5-11: Rhein-Karte 315

Abbildung 5-12: Güterverkehrsnetz Krefeld (Ausschnitt) 316
Abbildung 5-13: Schienennetz Niederlande 317
Abbildung 5-14: Engpässe im Schienennetz 318
Abbildung 5-15: BVWP-Prognose (Bezugsfall) für 2030 (Züge/ Tag) 318
Abbildung 5-16: CarSharing-Unternehmen 319
Abbildung 5-17: SWK Liniennetzplan Krefeld 319
Abbildung 5-18: Endstation Straßenbahnlinie 044 Kr-Rheinhafen 320
Abbildung 5-19: Straßenkarte Krefeld 320
Abbildung 5-20: Konzeptkarte Krefeld 321
Abbildung 5-21: Anzahl der sozialversicherungspflichtigen und ausschließlich geringfügigen Beschäftigten in Krefeld nach Wirtschaftszweigen (Stand 2021) 322
Abbildung 5-22: Wichtige Produzenten, Dienstleister 323
Abbildung 5-23: Hafenplan Rheinhafen Krefeld 324
Abbildung 5-24: Güterumschlag Rheinhafen Krefeld (Eigene Darstellung) 325
Abbildung 5-25: Übersichtkarte Gleisinfrastruktur Rheinhafen mit dem Krefelder Container Terminal (KCT) 326
Abbildung 5-26: Zugverbindungen Krefelder Container Terminal (KCT) 326
Abbildung 5-27: Übergabe Krefelder Container Terminal (KCT) an DB 327
Abbildung 5-28: Anrainer Rheinhafen Krefeld 328
Abbildung 5-29: Ausschnitt des Rheinhafen Krefeld mit angegebener Baunutzung definierter Flächen 329
Abbildung 5-30: Potenzielle Flächen im Hafen Krefeld (siehe gelber Kreis) 330
Abbildung 5-31: Hafenkopf mit historischem Lagergebäude 330
Abbildung 5-32: Anlandungspunkt Rheinwerft Ürdingen 331
Abbildung 5-33: Ausblick Strategie Infrastruktur 2025 332
Abbildung 5-34: Umschlagsfunktion 333
Abbildung 5-35: Crossdocking mit Container-Stripping/ Stuffing 334
Abbildung 5-36: Containerhandling mit Warenlagerung 335
Abbildung 5-37: Haltestellen Straßenbahn (Legende: Grün=geeignet, Gelb=mit Einschränkungen, Rot=ungeeignet) 337
Abbildung 5-38: Flächendeckende Verteilung von Mikro-Hubs 338
Abbildung 5-39: Gemeinden und Städte im Kreis Wesel 340
Abbildung 5-40: Anzahl der sozialversicherungspflichtigen und ausschließlich geringfügigen Beschäftigten im Kreis Wesel nach Wirtschaftszweigen (Stand 2021) 343
Abbildung 5-41: Flächennutzungsplan (a) und angesiedelte Unternehmen (b) am Rhein-Lippe-Hafen 346
Abbildung 5-42: Flächennutzungsplan (a) und angesiedelte Unternehmen (b) am Hafen Emmelsum 347
Abbildung 5-43: Flächennutzungsplan „Westerweiterung Hafen Emmelsum“ 348
Abbildung 5-44: Flächennutzungsplan: Stadthafen Wesel 349
Abbildung 5-45: Versorgung Kreis Wesel über 13 Mikro-Hubs 355
Abbildung 7-1: Phasenkonzept des Masterplans 359
Abbildung 7-2: Metaview-Matrix Logistik-Trends 370
Abbildung 8-1: Screenshot SPaCiH Website 406
Abbildung 8-2: Screenshot SPaCiH Twitter-Kanal 406
Abbildung 8-3: Screenshot SPaCiH Facebook-Kanal 407
Abbildung 8-4: Screenshot SPaCiH-LinkedIn-Kanal 407
Abbildung 8-5: Screenshot SPaCiH Projekt-Video 408
Abbildung 8-6: Screenshot SPaCiH Video Transportverlagerung 408

Abbildung 8-7: Screenshot SPaCiH Video Cityversorgung 409
Abbildung 8-8: Screenshot SPaCiH Video Kreislaufwirtschaft..... 409

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Optionen zur Zuordnung von Rollen zu Akteuren (Inhaber der Rolle) 26
Tabelle 2-2: Basis Managementservices 31
Tabelle 2-3: Basis Logistik-Services 32
Tabelle 2-4: Basis Support Services 32
Tabelle 2-5: SPaCiH Managementservices 34
Tabelle 2-6: Managementservices SPaCiH-Netzwerkorganisation (Basisservices nach Deutsche GVZ-Gesellschaft mbH) 36
Tabelle 2-7: Konfigurationsoptionen der SPaCiH-Knoten-Organisation (SKO) 38
Tabelle 2-8: Konfigurationsrelevante Standorteigenschaften und deren Ausprägungen 39
Tabelle 2-9: Konfigurationsoptionen der SPaCiH-Netzwerk-Organisation (SNO) 40
Tabelle 2-10: Übersicht fossile und regenerative Energieerzeugungsanlagen sowie Speichermodule . 59
Tabelle 2-11: Erläuterung & Einordnung der R-Strategien in die Service-Ebenen 77
Tabelle 2-12: Akteure im Smart-Regio-Foodhub-Ecosystem 90
Tabelle 2-13: Zuordnung der Funktionsbausteine zu den Service-Ebenen 91
Tabelle 2-14: Funktionsbausteine eines Foodhubs und deren Ausprägungen 99
Tabelle 2-15: Einsatzfelder Wasserstoff 99
Tabelle 2-16: H2-Hub innerhalb der SPaCiH-Service-Ebenen 107
Tabelle 2-17: Akteure des 3D-Druck-Ecosystems 113
Tabelle 3-1: Auswertung der geographischen Lage intermodaler Terminals in NRW 156
Tabelle 3-2: Auswertung intermodaler Terminals in NRW nach Art 156
Tabelle 3-3: Statistisch geführte Häfen in NRW 159
Tabelle 3-4: Terminals in den aktuell 13 für den Container-Umschlag geeigneten Häfen in NRW 161
Tabelle 3-5: Häfen mit Container Umschlag in NRW in TEU (Twenty-foot Equivalent Unit) 161
Tabelle 3-6: Definition der Untersuchungs-Szenarien 167
Tabelle 3-7: Szenarien-Vergleich 172
Tabelle 3-8: Abdeckungsanalyse Radien von 1- 3 km um die Anlegestellen „Virtuellen Häfen“ (City-SPaCiH) 178
Tabelle 3-9: Empfohlene SPaCiH-Standorte zur Erweiterung des Netzwerkes 182
Tabelle 3-10: Bestehende KV-Terminals in NRW (Stand 5/2022) 200
Tabelle 3-11: Liste der Top 60 Städte in NRW nach Anzahl Einwohner 202
Tabelle 3-12: Übersicht Lastenräder 204
Tabelle 3-13: Preisübersicht Lastenräder (Stand 2021) 204
Tabelle 3-14: Aktuelle Übersicht der Paketgrößen DHL (Stand 1.1.2022) 205
Tabelle 3-15: Fahrleistung eines Lastenrads in Abhängigkeit von Fahrradien 206
Tabelle 3-16: Vor-/ Nachteile Lastenfahrrad 207
Tabelle 3-17: Vor-/ Nachteile Vier-Rad-Stehroller 208
Tabelle 3-18: Vor-/ Nachteile Dreirad-Elektro-Sitzroller 208
Tabelle 3-19: Vor-/ Nachteile Drohen 209
Tabelle 3-20: Vor-/ Nachteile Lieferroboter 210
Tabelle 3-21: Vor-/ Nachteile Selbstfahrende Zustellroboter 211
Tabelle 3-22: Vor-/ Nachteile Paketzüge 212
Tabelle 3-23: Vor-/ Nachteile Straßenbahn 216
Tabelle 3-24: Vor-/ Nachteile Seilbahn 219
Tabelle 3-25: Einteilung Lkw-Klassen 219
Tabelle 3-26: Übersicht elektrischer Kleintransporter mit 3 m^3 bis 5 m^3 Ladevolumen 220
Tabelle 3-27: Übersicht elektrischer Transporter mit 12 m^3 bis 18 m^3 Ladevolumen 220

Tabelle 3-28: Vor-/ Nachteile Elektro-Lkws ... 220
Tabelle 3-29: Übersicht CNG Transporter mit 3 m^3 bis 5 m^3 Ladevolumen ... 221
Tabelle 3-30: Übersicht gasbetriebener Transporter mit 12-20 m^3 Ladevolumen ... 222
Tabelle 3-31: Vor-/ Nachteile gasbetriebener Nutzfahrzeuge ... 222
Tabelle 3-32: Übersicht Lkw-Typen mit Palettenstellplätzen ... 222
Tabelle 3-33: Vor-/ Nachteile Elektro-Lkw ... 223
Tabelle 3-34: Vor-/ Nachteil LNG-Lkw ... 223
Tabelle 3-35: Vor-/ Nachteile Sonderfahrzeuge ... 224
Tabelle 3-36: Vor-/ Nachteile Güterbahn ... 225
Tabelle 3-37: Ausgewählte Schiffstypen ohne Tankschiffe und Autotransporter ... 226
Tabelle 3-38: Vor-/ Nachteile Güterschiffe ... 228
Tabelle 3-39: Vor-/ Nachteile Tunnelsysteme ... 233
Tabelle 3-40: Gegenüberstellung Auslegerkran vs Portalkran ... 234
Tabelle 3-41: Vor- / Nachteile Kräne ... 234
Tabelle 3-42: Vor-/ Nachteile Container-Stapler ... 235
Tabelle 3-43: Vor-/ Nachteile vertikaler Umschlagstechnik ... 235
Tabelle 3-44: Vor-/ Nachteile horizontaler Umschlagstechnik ... 236
Tabelle 3-45:Vor-/ Nachteile Lohr Railway System ... 237
Tabelle 3-46: Vor-/ Nachteil Flexiwaggon ... 237
Tabelle 3-47: Abmessungen und Kapazität von ISO-Containern (HC = High-Cube) ... 239
Tabelle 3-48: Vor-/ Nachteile Container ... 239
Tabelle 3-49: Vor-/ Nachteile GH-Konzept ... 242
Tabelle 3-50: Vor-/ Nachteile Rytle-System ... 243
Tabelle 3-51: Vor-/ Nachteile RMS MOOVE Konzept ... 244
Tabelle 3-52: Unterschiedliche Arten von Logistik-Hubs und ihre Funktionen ... 246
Tabelle 3-53: Vor-/ Nachteile Packstationen ... 247
Tabelle 3-54: Vor-/ Nachteile Paketkasten ... 247
Tabelle 3-55: Vor-/ Nachteile Quartiers-Concierge-Dienste ... 248
Tabelle 3-56: Vor-/ Nachteile Ladezone ... 249
Tabelle 3-57: Reale Bevölkerungsverteilung ... 249
Tabelle 3-58: Stadt- und Gemeindetyp ... 249
Tabelle 3-59: Vor- / Nachteile mobile Mikro-Depots ... 251
Tabelle 3-60: Vor-/ Nachteile stationärer Mikro-Depots ... 252
Tabelle 3-61: Vor-/ Nachteile zeitliche Verdichtung ... 257
Tabelle 3-62: Vor-/ Nachteile Güterverkehrszentrum ... 258
Tabelle 3-63: Ermittelte Konsummengen je Haushalt und Monat ... 259
Tabelle 3-64: Paletten-Anzahl (sortenrein) für die kreisfreie Stadt Krefeld und den Kreis Wesel ... 259
Tabelle 3-65: Berechnung Lagerfläche (Netto) ... 261
Tabelle 3-66: Beispielrechnung Gesamtflächenabschätzung ... 262
Tabelle 3-67: Flächenbedarfsrechnung SPaCiH ... 262
Tabelle 4-1: Verkehrsebenen der Güterströme ... 269
Tabelle 4-2: Die SPaCiH-Güterstrommatrix ... 272
Tabelle 4-3: Schwerpunkte Güteraten – Krefeld und Wesel im Vergleich ... 278
Tabelle 4-4: Transportströme nach NRW in 2030 nach Verkehrsträger in Tonnen im Hauptlauf (HL) 279
Tabelle 4-5: Transportströme von NRW in 2030 nach Verkehrsträger in Tonnen im Hauptlauf (HL) .. 279
Tabelle 4-6: Transportströme Summe (von und nach NRW) in 2030 nach Verkehrsträger in Tonnen im Hauptlauf (HL) ... 280

Tabelle 4-7: Transportströme nach Krefeld in 2030 nach Verkehrsträger in Tonnen im Hauptlauf (HL) 280
Tabelle 4-8: Transportströme von Krefeld in 2030 nach Verkehrsträger in Tonnen im Hauptlauf (HL)280
Tabelle 4-9: Transportströme Summe (von und nach Krefeld) in 2030 nach Verkehrsträger in Tonnen im Hauptlauf (HL)..... 281
Tabelle 4-10: Transportströme nach Wesel in 2030 nach Verkehrsträger in Tonnen im Hauptlauf (HL) 281
Tabelle 4-11: Transportströme von Wesel in 2030 nach Verkehrsträger in Tonnen im Hauptlauf (HL) 281
Tabelle 4-12: Transportströme Summe (von und nach) Wesel in 2030 nach Verkehrsträger in Tonnen im Hauptlauf (HL)..... 282
Tabelle 4-13: Verkehrsträgeranteile der Gebiete in Summe – Krefeld und Wesel im Vergleich bezogen auf in Tonnen im Hauptlauf (HL)..... 283
Tabelle 4-14: CO_2-Emissionen innerhalb der Grenzen Deutschlands – IST-Situation Güterverkehr NRW 285
Tabelle 4-15: CO_2-Emissionen innerhalb der Grenzen Deutschlands – Verlagerungsszenario Straße-Schiene 286
Tabelle 4-16: CO_2-Emissionen innerhalb der Grenzen Deutschlands – Verlagerungsszenario Straße-Wasserstraße..... 286
Tabelle 4-17: IST-SOLL-Vergleich Verlagerung Straße, Schiene, Wasser - Straße auf Schiene..... 287
Tabelle 4-18: IST-SOLL-Vergleich Verlagerung Straße, Schiene, Wasser – Straße auf Wasserstraße... 287
Tabelle 5-1: Kriterien der Bewertung von Stakeholdern in den Matrizen 296
Tabelle 5-2: Maßnahmenkatalog 298
Tabelle 5-3: Auswertung Fragebogen 1 304
Tabelle 5-4: Auswertung Fragebogen 2 305
Tabelle 5-5: PLZ mit Kennzahlen (eigene Darstellung)..... 314
Tabelle 5-6: Kennzahlen Krefeld Hafen..... 325
Tabelle 5-7: Unternehmen am Rheinhafen Krefeld 328
Tabelle 5-8: Unternehmen im Stadtteil Krefeld Linn 328
Tabelle 5-9: Zusammenfassung der Umsetzungsmöglichkeiten von SPaCiH Funktionalitäten im Rheinhafen Krefeld 336
Tabelle 5-10: Transportleistung City-Versorgung Krefeld..... 336
Tabelle 5-11: Standortkriterien für Straßenbahn-Stationen 336
Tabelle 5-12: Bevölkerung und Fläche der Kommunen im Kreis Wesel (Stand 31.12.2021) 341
Tabelle 5-13: Eigenschaften der Kaianlage des Hafen Emmelsum 344
Tabelle 5-14: Eigenschaften der Kaianlage des Rhein-Lippe-Hafens 344
Tabelle 5-15: Eigenschaften der Kaianlage des Stadthafen Wesel 345
Tabelle 5-16: Logistische Kapazitäten der Unternehmen im Hafen Emmelsum und Rhein-Lippe Hafen 352
Tabelle 5-17: Transportleistung City-Versorgung Kreis Wesel..... 354
Tabelle 5-18: Mittlere Entfernung Häfen zu Kommune/Stadt 355
Tabelle 7-1: Handlungsempfehlungen gemäß Masterplan..... 365
Tabelle 7-2: Forschungsbedarfe aus Sicht des Projektes SPaCiH 369
Tabelle 8-1: Auflistung Workshops und Veranstaltungen SPaCiH..... 404
Tabelle 8-2: Auflistung Publikationen SPaCiH 405
Tabelle 8-3: Potenzielle Anlegestellen mit DST-Bewertung..... 425
Tabelle 8-4: Zuordnung der verwendeten Quellen zu den Abteilungen der SEA (2013) 427

Tabelle 8-5: Vergleich zwischen ermittelten Konsummengen auf Basis der EVS und den Ergebnissen der NVS 431
Tabelle 8-6: Zusammenfassung von NST2007 Güterabteilungen und Gütergruppen 432
Tabelle 8-7: Güterverkehrsaufkommen 2030 nach Krefeld und nach Wesel in Tonnen 433
Tabelle 8-8: Güterverkehrsaufkommen 2030 von Krefeld und von Wesel in Tonnen 434
Tabelle 8-9: Güterverkehrsaufkommen 2030 Krefeld und Wesel in Tonnen insgesamt 435
Tabelle 8-10: Verkehrsgütermatrix von & nach Stadt Krefeld 436
Tabelle 8-11: Verkehrsgütermatrix von & nach Kreis Wesel 437
Tabelle 8-12: Verkehrsgütermatrix von & nach NRW 438
Tabelle 8-13: Übersicht SPaCiH-relevante logistische Software 451
Tabelle 8-14: Übersicht existierender logistischer Knoten (Auszug) 468

Abkürzungsverzeichnis

AG	Aktiengesellschaft
API	Application Programming Interface (Programmierschnittstelle)
AR	Augmented Reality
ATA	Actual Time Of Arrival (tatsächliche Ankunftszeit)
B2B	Business-to-Business
B2C	Business-to-Consumer
BE	Business Ecosystem
BEV	Battery Electric Vehicle
BMC	Business Model Canvas
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMVI	Bundes-Ministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BVL	Bundesvereinigung Logistik e. V., Bremen
CEAP	Circular Economy Action Plan
CNG	Compressed Natural Gas
CO_2	Kohlenstoffdioxid
COE	Center of Excellence
COICOP	Classification of Individual Consumption by Purpose
CRM	Customer Relationship Management
DB	Deutsche Bahn
DEIB	Diversity, Equity, Inclusion, Belonging
DEK	Dortmund-Ems-Kanal
DHL	Akronym aus den Nachnamen der Gründer Dalsey, Hillblom, Lynn (KEP-Dienstleister)

DPD	Dynamic Package Distribution (KEP-Dienstleister)
DST	Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme e.V., Duisburg
EDI	Electronic Data Interchange
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
ERP	Enterprise Resource Planning
ETA	Estimated Time Of Arrival (voraussichtliche Ankunftszeit)
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GVZ	Güterverkehrszentrum
HR	Human Resources
IRU	Internationalen Road Transport Union
ITE	Intermodalen Transport-Einheiten
KEP	Kurier-Express-Paket-Dienst
KI	Künstliche Intelligenz
KV	Kombinierter Verkehr
LaaS	Local Area Augmentation System
LDL	Logistik Dienstleister
LNG	Liquefied Natural Gas
LOI	Letter of Intent
MLK	Mittellandkanal
MR	Mixed Reality
OEM	Original Equipment Manufacturer (Originalgerätehersteller)
Pkw	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik
RFID	Radio-frequency identification
RHK	Rhein-Herne-Kanal
Ro-Ro	Roll on – Roll off
RPA	Robotic Process Automation
RSDS	Resilience & Sustainability Dataspace
SCM	Supply Chain Management

SCSN	Smart Connected Supplier Network
SGKV	Studiengesellschaft für den Kombinierten Verkehr e.V.
SKO	SPaCiH-Knoten-Organisation
SNO	SPaCiH-Netzwerk-Organisation
SPaCiH	Smart Park City Hub
SRK	Schifffahrtsweg Rhein-Kleve
SWK	Stadtwerke Krefeld
T&L	Transport & Logistik
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit
TMS	Transport Management System
TN	Teilnehmer
TUL	Transport, Umschlag, Lagerung
UAV	Unmanned Aerial Vehicles
UPS	United Parcel Service (KEP-Dienstleister)
VA	Value Add Service
VR	Virtual Reality
WDK	Wesel-Datteln-Kanal
WMS	Warehouse Management System
YMS	Yard Management System
zGG	Zulässiges Gesamtgewicht

1 Einleitung

Überfüllte Straßen, Staus und Luftbeeinträchtigungen im Alltag stellen die Großstädte Nordrhein-Westfalens und ihr Umland vor große Herausforderungen im Personen- und Güterverkehr. Sowohl der private Pkw-Verkehr als auch der Lieferverkehr lassen die Verkehrsdichte steigen. Dazu trägt auch der wachsende Online-Handel bei, der in den Jahren 2020 und 2021 zusammen um 27,5 Milliarden Euro gewachsen ist.[1] Zentrale Verbindungsachsen zwischen den Städten, insbesondere in der Rhein-Ruhr-Region, werden durch die Verteilung und dem damit verbundenen Durchgangsverkehr stark belastet. Die aktuellen und zukünftigen Herausforderungen bestehen darin, Logistik-Lösungen für eine intelligente und integrierte Mobilität für den Personen- und Güterverkehr zu entwickeln.

Der vorliegende Abschlussbericht stellt das innovative Logistikkonzept „Smart Park City Hubs“ (SPaCiH) vor, das in Kooperation zwischen dem Institut GEMIT der Hochschule Niederrhein, der Ruhr-Universität Bochum, der Universität Duisburg-Essen und der SysPlan Gesellschaft für Logistiksystemplanung entwickelt wurde. Die Projektlaufzeit erstreckte sich von Oktober 2020 bis März 2023 und wurde mit Landes- und Fördermitteln aus dem Europäischen Fonds gefördert. Zentrales Ziel des Konzeptes ist die nachhaltige Ver- und Entsorgung von Städten und dem ländlichen Raum. Dazu wurden gemeinsam mit den assoziierten Partnern (DeltaPort Häfen, Kreis Wesel, Rheinhafen Krefeld und Stadt Krefeld) der urbane und der ländliche Raum genauer untersucht. Zur Zielerreichung wurden die Bereiche Technik, Organisation und Versorgungsstrukturen systematisch in Richtung Nachhaltigkeit untersucht. Dabei wurden Synergiepotenziale durch Kooperationen, die Bündelung von Mobilität, den kombinierten Verkehr, eine optimale Standortstruktur und integrierte Ver- und Entsorgungskonzepte erschlossen. In einem für NRW optimierten Netzwerk von vernetzten Smart Park City Hubs werden Güter regional produziert, umgeschlagen, gebündelt und Dienstleistungen erbracht. Für die regionale Wertschöpfung wurden Use-Cases entwickelt, die eine Versorgung aus der Region für die Region ermöglichen.

Im SPaCiH werden Güter durch neue und innovative Unternehmenskooperationen gebündelt und auf nachhaltige Verkehrsträger verlagert. Über diesen Weg werden sie in die städtischen und ländlichen Netzwerke eingesteuert und über innovative und integrierte Last-Mile-Logistikkonzepte verteilt. Bündelungseffekte, welche hier durch Transportzusammenführung und Umschlag in den SPaCiHs entstehen, werden modelliert und die mögliche Vernetzung der SPaCiHs untereinander möglichst mit Fokus auf Bahn und Binnenschiff dargestellt.

Die Transportbedarfe zwischen den Unternehmen werden im SPaCiH über eine innovative digitale Plattform koordiniert, kommuniziert, gebündelt und physisch im SPaCiH-Netzwerk abgewickelt. Diese Transporte werden auf nachhaltigen Verkehrsträgern durchgeführt, u.a. zur Versorgung der Innenstädte. Der Fokus liegt auf der nachhaltigen Restrukturierung von Verkehrsströmen durch die Vernetzung von physischen Hubs und virtueller, flexibler Infrastruktur für neue Geschäftsmodelle zur Versorgung von Städten und ländlichen Räumen.

Der Smart Park City Hub-Ansatz führt das Smart Park-Konzept nach Beckmann[2] mit dem u.a. von Browne[3] geprägten Ansatz des City Hubs (Urban Freight Consolidation Centres) zusammen.[4] Das Kernziel liegt hier auf einer ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltigen Ver- und Entsorgung sowohl von Städten als auch des ländlichen Raums (vgl. Abbildung 1-1). Das SPaCiH-Konzept zielt darauf ab, alle wesentlichen Parameter zur Erreichung der Ziele gemäß Abbildung 1-1 systematisch einzubeziehen.

---

1 Vgl. (HDE Handelsverband Deutschland / IFH Köln, 2022).
2 Vgl. (Beckmann, 2017).
3 Vgl. (Browne, Sweet, Woodburn, & Allen, 2005).
4 Der Smart Park City Hub-Ansatz geht zurück auf Beckmann, vgl. (Beckmann, 2017).

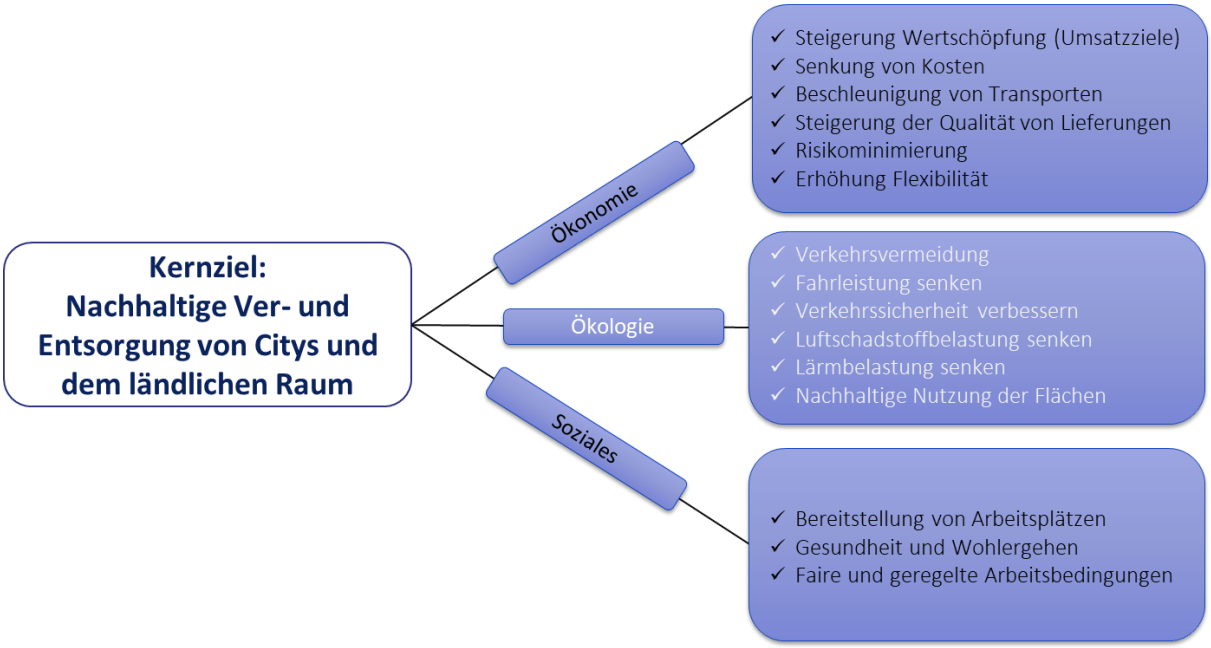


Abbildung 1-1: Ziel des SPaCiH-Konzeptes[5]

Zur Umsetzung der Ziele verfolgte das SPaCiH-Projekt die folgenden strategischen Leitlinien:[6]

- City Logistik – integrierte Smart-City-Konzepte für Stadt und ländlichen Raum
- Verlagerung der Güterströme auf die nachhaltigsten Verkehrsträger (aktuell Bahn und Binnenschiff)
- Produkte aus der Region für die Region
- Schaffung räumlich fokussierter, geschlossener Kreisläufe bei Umsetzung der Circular Economy (SPaCiH-Netz als Enabler der Circular Economy)
- Forcierung von Kooperationen
- Aktivierung von Synergiepotenzialen
- Digitalisierung als Enabler für Effektivität und Effizienz
- Virtualisierung

[5] Vgl. (Beckmann & Ries, 2022).
[6] Vgl. (Beckmann & Ries, 2020).

1.1 Projekt Scope

Im folgenden Kapitel wird der Projektumfang des Smart Park City Hub-Projektes (SPaCiH) dargestellt. Ziel ist die nachhaltige Ver- und Entsorgung von Städten und des ländlichen Raums in NRW, bezogen auf die dort angesiedelten Endkunden bzw. Konsumenten und die sie versorgenden Händler und Dienstleister. Im Speziellen wurden die Pilotstandorte Krefeld und der Kreis Wesel betrachtet. Die explizite In- und Outbound-Lieferung für und von Industrieunternehmen wurde nicht berücksichtigt. Deshalb wurden deren Liefermengen (Industriegüter) nicht für die Dimensionierung potenzieller SPaCiHs in den Pilotstandorten (technische Ausplanung und konkrete letzte Meile-Belieferung) herangezogen.

Im Gegensatz zu den bisherigen Konzepten der City Logistik untersucht das SPaCiH-Versorgungskonzept Güter-, Informations-, Personen- und Energieflüsse aus ganzheitlicher Perspektive über alle Distributionsstufen, von der überregionalen bis zur urbanen Mikrobewegung, hinweg (vgl. Abbildung 1-2).

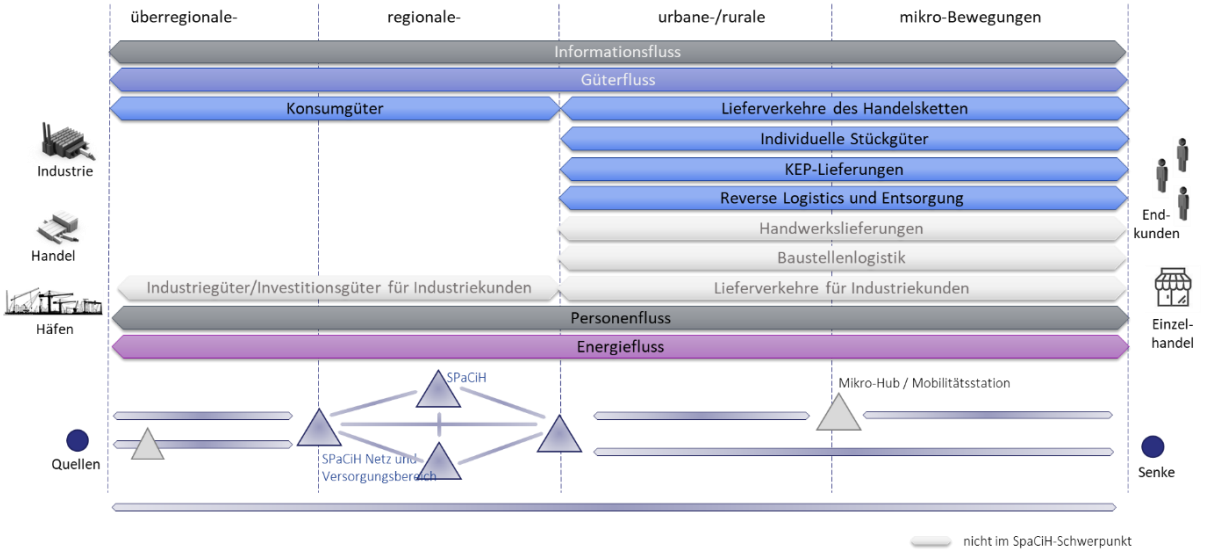


Abbildung 1-2: Schwerpunkte des SPaCiH-Projektes

Die vier klassischen Distributionsstufen nach de Leeuw[7] lassen sich im SPaCiH-Konzept wie folgt charakterisieren:

- **überregional (länder-, städteübergreifend):** vom Erzeuger oder Händler über längere Distanzen (auch Seehäfen) zum SPaCiH-Knoten im regionalen SPaCiH-Netz
- **regional:** alle Bewegungen, die die direkte, regionale Umgebung des SPaCiH-Knoten betreffen (angrenzende Städte innerhalb eines Bundeslandes (hier NRW))
- **urban:** Bewegungen im städtischen Raum, City-Versorgung zu Einzelhandel, Mikro-Hub, Mobilitätsstation oder Endkunden (innerhalb einer Stadt)
- **mikro:** Bewegungen vom Mikro-Hub, Einzelhandel, Mobilitätsstationen (Paketstationen etc.) zum Endkunden/ Einzelhandel (innerhalb eines Stadtzentrums oder Quartiers)

Das SPaCiH-Projekt bezieht sich im Gegensatz zu anderen City Logistik Projekten auf den urbanen und explizit auch auf den ruralen (ländlichen) Raum. Der rurale Raum kann wie folgt beschrieben werden:

[7] Vgl. (de Leeuw, Ecker, & Hladny, 2014).

- rural: Nahbereich um ein SPaCiH im ländlichen Raum, der bei hinreichender Einwohnerdichte mit einem Lastenrad versorgt werden könnte; Versorgung von zusätzlichen Verteilpunkten z.B. Einzelhandel, Mikro-Hub, häufig besuchte Verkehrsknotenpunkte, wie z.B. Mobilitätsstation, Bahn- und Busstationen oder Pendlerparkplätze, oder zur Vernetzung mit dem Personenfluss
- mikro rural: Feinverteilung aus den oben genannten Verteilpunkten heraus unter Berücksichtigung transportoptimierter Gebietscluster (Zonung des Servicegebiets) und Bündelung der Gütermengen zu Milk-Runs

Über diese Distributionsstufen werden, wie oben erwähnt, Informationen, Güter, Personen und Energie bewegt. Personenflüsse wurden an den Stellen hinzugezogen, an denen Synergien in der Versorgung mit Gütern möglich sind, wie beispielsweise bei deren Verteilung im ländlichen Raum unter Nutzung des Personennahverkehrs (Bus bzw. Straßenbahn). Da die nachhaltige Energieversorgung einen wesentlichen Bereich des Serviceportfolios eines SPaCiHs bildet, werden des Weiteren Energieflüsse betrachtet. Für die Umsetzung der Projektzielsetzung zentral sind jedoch die Güterströme, welche möglichst gebündelt und über CO_2-effiziente Verkehrsträger abgewickelt werden können. Im Projekt wurden auf überregionaler und regionaler Ebene sowohl Konsum- als auch Industriegüter betrachtet, da sie auf diesen Ebenen kombiniert transportiert werden können (beispielsweise kann ein Güterzug sowohl Industrie- als auch Konsumgüter gleichzeitig transportieren). Angefangen mit der urbanen Ebene werden in Abbildung 2-1 die Güterströme nochmals, nach für Städte übliche Güterstromarten, aufgegliedert. Auf urbaner, ruraler und Mikro-Ebene konzentriert SPaCiH sich rein auf Konsumgüter. Handwerker-, Baustellen und Industriebelieferungen wurden von der Betrachtung ausgeschlossen. Somit umfassen die in SPaCiH betrachteten Konsumgüterflüsse jene von Handelsketten, individuelle Stückgüter, KEP-Lieferungen, Reverse Logistics und Entsorgung. Zu den in diesem Projekt und zur Dimensionierung der SPaCiHs betrachteten Konsumgütern zählen die in folgender Auflistung aufgezeigten Gruppen, angelehnt am einheitlichen Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik des Statistischen Bundesamtes[8]:

- Erzeugnisse der Land- und Forstwirtschaft sowie der Fischerei
- Nahrungs- und Genussmittel
- Textilien, Bekleidung, Leder und Lederwaren
- Holzwaren, Papier, Pappe Druckerzeugnisse
- Sonstige Mineralerzeugnisse
- Maschinen und Ausrüstungen, Haushaltsgeräte etc.
- Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte etc.

Eine Dimensionierung der Warenbedarfsmengen als Datenbasis für die Dimensionierung eines einzelnen SPaCiHs wird in Kapitel 8.6 durchgeführt. Zusammengefasst und detailliert zugeordnet enthält dieses Kapitel auch eine Auflistung der Verkehrsebenen der Güterströme und ihre Zuordnung zu Infrastruktur, Verkehrsmittel und Lieferart.

Zur Erreichung des Zieles der Verlagerung des Verkehrs wurden über diese Auflistung hinausgehende Güter betrachtet und ebenfalls in Kapitel 4.1 dargestellt.

[8] Vgl. (Statistisches Bundesamt, 2007).

1.2 Gliederung des SPaCiH-Abschlussberichts

Der Abschlussbericht ist, angelehnt an die Arbeitspakete, in sieben Kapitel aufgeteilt. An dieser Stelle werden die Inhalte dieser Kapitel, zur besseren Orientierung im Bericht, stichpunktartig dargelegt:

1. Einleitung
   - Scope des Projektes und Aufbau des Berichts
2. Konzeptbeschreibung SmartPark City Hubs
   - Zielsetzung
   - Struktur SPaCiH-Netz
   - Knoten-Modell
   - SPaCiH-Services
   - Use-Cases
   - Netzwerkmodell
   - Kooperationsplattform
3. Vorgehensweise bei der SPaCiH-Implementierung
   - Strategie- und Strukturplanung eines SPaCiHs (inkl. Untersuchungsraum und -gegenstand)
   - Vorgehensweise bei Standort- und Raumplanung
   - Baunutzungsverordnung, Checkliste für Baurechtsschaffung
   - Systemplanung SPaCiH
4. Untersuchung der Güterströme in der Pilotregion NRW
   - Untersuchung Güterströme in der Pilotregion
   - Einfluss einer theoretischen Verkehrsverlagerung auf die CO2-Emissionen (Verlagerungsszenarien)
   - Ausblick zur Verkehrsverlagerung
5. Anwendung des SPaCiH-Konzeptes an den Pilotstandorten
   - Ist-Analyse Stakeholder
   - Living Lab Ergebnisse und Bürgerdialoge (Stakeholder, Living Lab Ergebnisse, Bürgerdialoge)
   - Untersuchung Pilotstandort Krefeld mit Analyse der geographischen und verkehrlichen Lage, der Unternehmenslandschaft, des Rheinhafen Krefeld (Ökosystem, Flächenpotenzial), SPaCiH-Konzeption und Umsetzungsszenarien mit Implikationen auf Hafen und Stadt
   - Untersuchung Pilotstandort Kreis Wesel mit Analyse der geographischen und verkehrlichen Lage, der Unternehmenslandschaft, der DeltaPort Häfen (Ökosystem, Flächenpotenzial), SPaCiH-Konzeption und Umsetzungsszenarien mit Implikationen auf Hafen und Stadt
6. Zusammenfassung
   - Fazit
   - Handlungsempfehlungen
7. Handlungsempfehlungen
8. Anhang

2 Beschreibung des SPaCiH-Konzeptes[9]

Im Smart Park City Hub-Konzept wird der Smart Park-Ansatz nach Beckmann mit dem u.a. von Browne et al.[10] geprägten Ansatz des City Hubs (Urban Freight Consolidation Centres) zusammengeführt.[11] Es nimmt eine integrierte Betrachtung überregionaler, regionaler und lokaler Personen- und Güterverkehre im urbanen und ländlichen Raum vor (vgl. Abbildung 2-1). Da das SPaCiH-Konzept nicht nur die städtische Versorgung, sondern auch den ländlichen Raum umfasst, enthalten die lokalen Güterströme grundsätzlich die sogenannte letzte Meile, d.h. den letzten Teil der Versorgungsprozesse vom SPaCiH bis zum Endkunden.

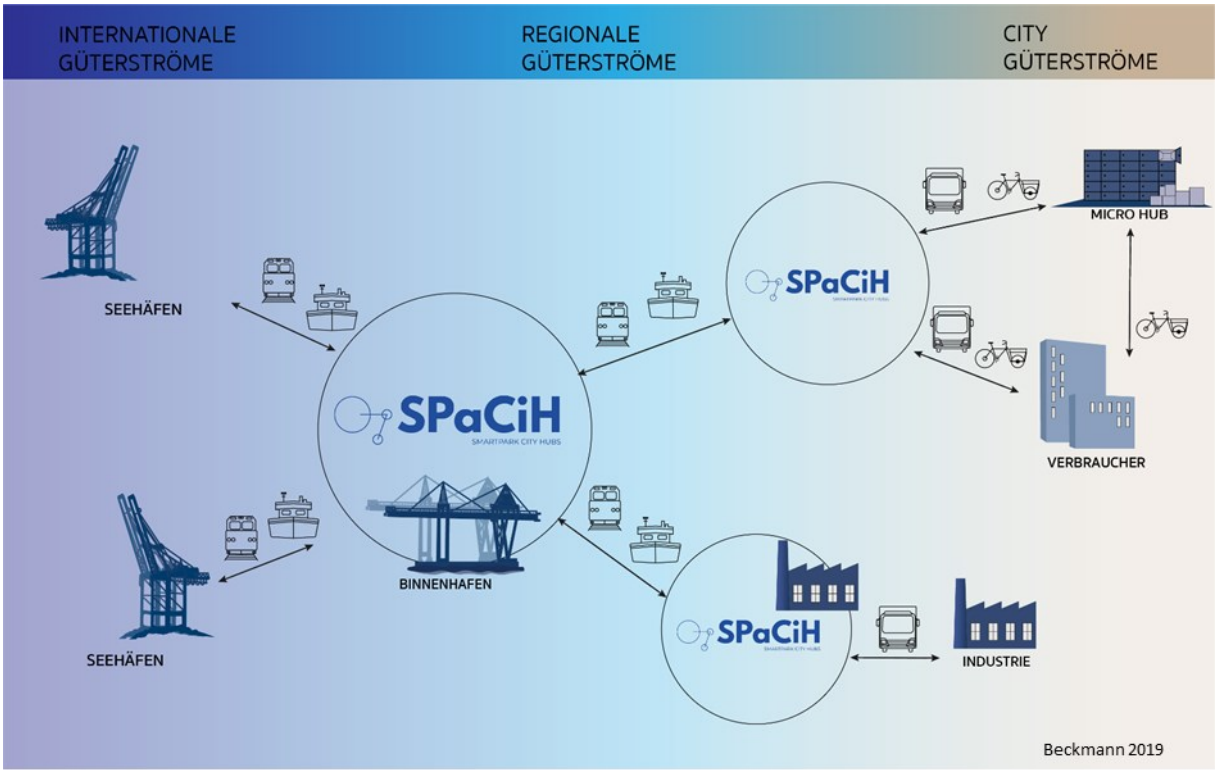


Abbildung 2-1: Darstellung eines SPaCiH-Netzes

Das SPaCiH-Netzwerk bildet die Infrastruktur zur Umsetzung der Güterströme, es besteht aus SPaCiHs (Knoten) die über Transportrelationen (Kanten) vernetzt sind. SPaCiHs können als Hub eine bidirektionale Schnittstelle zu überregionalen, regionalen und lokalen Güterströmen im urbanen bzw. ländlichen Raum sein. Lokale Güterströme, die sogenannte letzte Meile, d.h. den letzten Teil der Versorgungsprozesse vom SPaCiH bis zum Endkunden, fließen direkt oder über weitere Knoten, wie z.B. ein Micro Hub. Ein SPaCiH ist aber nicht nur ein Hub, sondern soll auch ein Ort der Wertschöpfung aus der Region für die Region sein.

Aufgrund der gegenwärtig bestehenden signifikanten Vorteile der Verkehrsträger Bahn und Binnenschiff in Bezug auf die CO_2 Emissionen und der aufgezeigten hohen Belastung der Straßen durch

9 Kapitel 2 bis 2.7 Auszug aus (Beckmann, 2023b).
10 Vgl. (Browne, Sweet, Woodburn, & Allen, 2005).
11 Der Smart Park City Hub-Ansatz geht zurück auf (Beckmann, 2017).

Lkw wird eine möglichst weitgehende *Verlagerung der Verkehre* auf Bahn und/ oder Binnenschiff als Ideal angestrebt.[12]

Für das SPaCiH-Konzept leitet sich daraus ab, dass Transportrelationen im SPaCiH-Netz möglichst per Bahn und Binnenschiff bedient und Güterströme möglichst weitgehend per Bahn und Binnenschiff an den Verbrauchsort herangeführt werden sollten. Entsprechend sollten SPaCiH-Standorte idealerweise intermodal (mindestens bimodal) geprägt sein, also den Umschlag zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern zulassen.

Innerhalb der SPaCiHs sollen Güterströme gebündelt werden (*Stellschraube Bündelung*), sodass über eine bessere Auslastung der Transportmittel eine Reduktion der notwendigen Fahrten erzielt werden kann. Das Potenzial der Bündelung kann durch Sammlung von Aufträgen für Liefergebiete (*Stellschraube Disposition)* gesteigert werden, indem z.B. Anlieferzeitfenster verlängert oder die Anzahl der Anliefertage reduziert werden. Bündelungseffekte können zudem gesteigert werden, wenn unterschiedliche Lieferanten bzw. die von diesen beauftragten Logistikdienstleister, denselben Kunden in einer gebündelten Lieferung bedienen (*Stellschraube White Label*). White-Label bedeutet, dass das Zustell- oder Abholfahrzeug und die Kleidung des Lieferanten keine Identifizierungsmerkmale des Zustellunternehmens tragen, sondern ein neutrales Erscheinungsbild besitzen. In Abhängigkeit der über die Bündelung erzielten Transportlosgröße kann das jeweils *zielkonformste Transportmittel* disponiert werden. Im SPaCiH-Ansatz sollen idealerweise alle Parameter genutzt werden.

Im Folgenden werden die beiden Grundkonzepte *Smart Park* und *City Hub* sowie die damit verbundenen Stellschrauben in Richtung einer nachhaltigen Ver- und Entsorgung näher untersucht.

[12] Unter einem Ideal ist stets das Ergebnis einer Idealplanung gemeint, die zur Ausschöpfung des vollen Potenzials einer Lösung zunächst restriktionsfrei erfolgt. Sie bildet anschließend im Rahmen einer Realplanung die Ausgangsbasis zur Bestimmung realisierbarer Lösungsvarianten unter Einbezug der bestehenden Restriktionen.

2.1 Definition Smart Park

Ein Smart Park ist ein zirkulär vernetztes Logistik- und Produktionssystem zur Umsetzung bioökonomischer Prozesse in räumlicher Nähe zueinander (nachhaltiger *Gewerbe- bzw. Industriepark* je nach Art der angesiedelten Wertschöpfungsaktivitäten).[13] Der Standort sollte im SPaCiH-Konzept in räumlicher Nähe zu den zu versorgenden Kunden und mindestens bimodal angebunden sein (Abbildung 2-2). Auf dem Gelände sollen unter Nutzung der Infrastruktur die im Folgenden beschriebene Hub-Funktion sowie zusätzliche Wertschöpfung für die Region angesiedelt werden. Hierzu gibt es verschiedene Umsetzungsoptionen, welche in Kapitel 2.4 dargestellt werden.

Abbildung 2-2: Beispielhafter SPaCiH Standort[14]

Die Kooperation der beteiligten Unternehmen an einem Standort (*Business Ecosystem*) dient der Maximierung von Synergieeffekten bei Minimierung der Logistikaufwände. Einerseits sind die Wertschöpfungsprozesse auf verschiedene Unternehmen aufzuteilen, andererseits sollen diese im Zusammenspiel ein Gesamtoptimum erzielen (*Industrielle Symbiose*)[15]. Der Standort sollte ein möglichst energieautonomer Gewerbepark sein.[16]

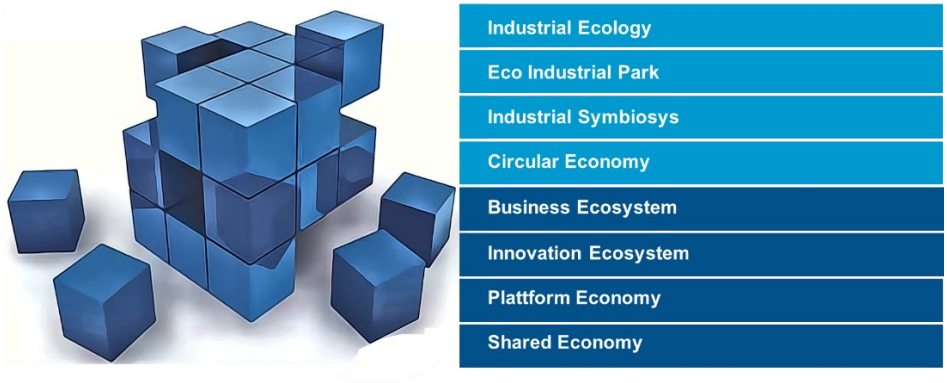


Abbildung 2-3: SPaCiH relevante Basiskonzepte des Smart Park-Ansatzes[17]

Ein wichtiger Ansatz zur zielkonformen Ansiedlung von Wertschöpfung ist das Prinzip „aus der Region für die Region“. Zudem sollen branchenübergreifende Bündelungsoptionen in den Personen- und Güterströmen genutzt werden. In diesem Zusammenhang geht es auch darum, dass die Akteure des

[13] Vgl. (Beckmann, 2023a).
[14] Basierend auf (Westphal Architekten BDA, 2023).
[15] Vgl. (Beckmann, 2023a).
[16] Vgl. (Beckmann, 2023a).
[17] Vgl. (Beckmann, 2023a).

Smart Park-Ökosystems Innovations- und Weiterentwicklungsleistungen kooperativ, ggf. unter Einbeziehung externer Innovatoren, angehen (*Innovation Ecosystem*). Mit dem Smart Park sind verschiedene Basiskonzepte verbunden, die in die Gestaltung des SPaCiH-Ansatzes einfließen (Abbildung 2-3).[18] Welche Auswirkungen diese auf das SPaCiH-Konzept haben, wird in den folgenden Kapiteln beschrieben.

[18] Vgl. (Beckmann, 2023a).

2.2 Definition City Hub

Die Idee eines City Hubs entstand aus dem wachsenden Lieferverkehr, der viele Städte an die Grenzen ihrer Belastbarkeit bringt. Die Gründe für die Zunahme des Lieferverkehrs sind vielfältig. So führen niedrige Transportkosten im Vergleich zu hohen Lagerkosten zu mehr Transporten mit kleineren Sendungsgrößen und nicht optimal ausgelastete und wenig nachhaltige Lieferverkehre fließen in die Innenstädte („Leerfahrten"). Hier setzt das Konzept des City Hubs an, indem ein Konsolidierungszentrum vor der Stadt eingerichtet wird, das die in die Innenstadt gerichteten Verkehre bündelt und somit Leerfahrten vermeidet.

Ein *City Hub* beschreibt eine Logistikeinrichtung, üblicherweise am Rande eines Stadtgebiets[19], in der Waren von verschiedenen urbanen Lieferanten konsolidiert und an die Warenempfänger verteilt werden. Es ist somit ein zentraler, unternehmens- und sortimentsübergreifender Bündelungspunkt (moderner Lager- und Umschlagsplatz) mit neutraler Infrastruktur, die kooperativ genutzt werden kann und von einem neutralen Dienstleister betrieben wird. Die Wertschöpfung der Logistik-Services liegt in der effizienteren Ver- und Entsorgung von kundenindividuellen Anlieferungspunkten, es wird aber üblicherweise eine große Vielfalt weiterer Mehrwertdienste angeboten, wie z.B. flexible Lieferzeiten, Lagerhaltung und das Aus- und Umpacken größerer Sendungen, bis hin zur Regalbeschickung im Einzelhandel.[20]

Um das Konzept eines City Hubs zu veranschaulichen, werden im Folgenden zwei bestehende Lösungen beschrieben. Dabei handelt es sich zum einen um das Konzept „cityhub" aus den Niederlanden und zum anderen um das Konzept „incharge" aus Düsseldorf. Das cityhub-Konzept verfolgt den Ansatz, die Zustellung verschiedener KEP-Dienstleister durch einen einzigen neutralen KEP-Dienstleister zu ersetzen, während das incharge-Konzept mit den bestehenden Strukturen mehrerer KEP-Dienstleister koexistieren kann.

2.2.1 Referenzkonzept cityhub Niederlande

Das cityhub-Konzept[21] ist ein erfolgreich umgesetztes Referenzprojekt, das bereits in einigen großen und mittelgroßen Städten in den Niederlanden eingeführt wurde. Um aus Sicht des cityhub-Konzeptes einen funktionierenden City Hub zu etablieren und die Zustellfahrten zu minimieren, soll die Stadt nur noch von einem einzigen neutralen KEP-Dienstleister beliefert werden (vgl. Abbildung 2-4). Die Sendungen für die letzte Meile werden im außerstädtischen City Hub gebündelt und per E-Lkw, E-Bike oder E-Boot zugestellt. Dadurch werden die Auslastung der Transportmittel maximiert und die direkten Abgasemissionen minimiert. Als zusätzlicher Service werden den Händlern der Innenstadt externe Lager- und Büroflächen im Zentralgebäude des City Hubs angeboten, um teure Lager- und Büroflächen in den Geschäftslokalen in Verkaufsflächen umzuwandeln.

Zur konsequenten Umsetzung eines solchen Konzeptes ist die jeweilige Stadt angehalten, parallele Zustellprozesse aller KEP-Dienstleister zu unterbinden. Dies bedeutet einen ordnungspolitischen Eingriff in den Markt und die Geschäftsprozesse. Praktisch werden alle Sendungen an Empfängeradressen in einer Stadt für die KEP-Dienstleister zunächst zum City Hub umgeroutet. Die letzte Meile wird vom City Hub an einen neutralen Logistiker vergeben (z.B. im Rahmen einer Ausschreibung), der den jeweiligen KEP-Dienstleistern die Zustellkosten in Rechnung stellt. Da dies in Deutschland aufgrund des

[19] Hinweis: Im SPaCiH Konzept erfolgt eine Loslösung des City Hubs von einzelnen Städten. Es werden vielmehr Servicegebiete im Umfeld eines Hubs zugeordnet. Diese können sowohl städtisch als auch ländlich geprägt sein.

[20] Vgl. (Browne, Sweet, Woodburn, & Allen, 2005).

[21] Vgl. (Cityhub, 2023).

Markteingriffs nur schwierig umsetzbar ist, wird im Folgenden alternativ das in Düsseldorf praktizierte incharge-Konzept vorgestellt.

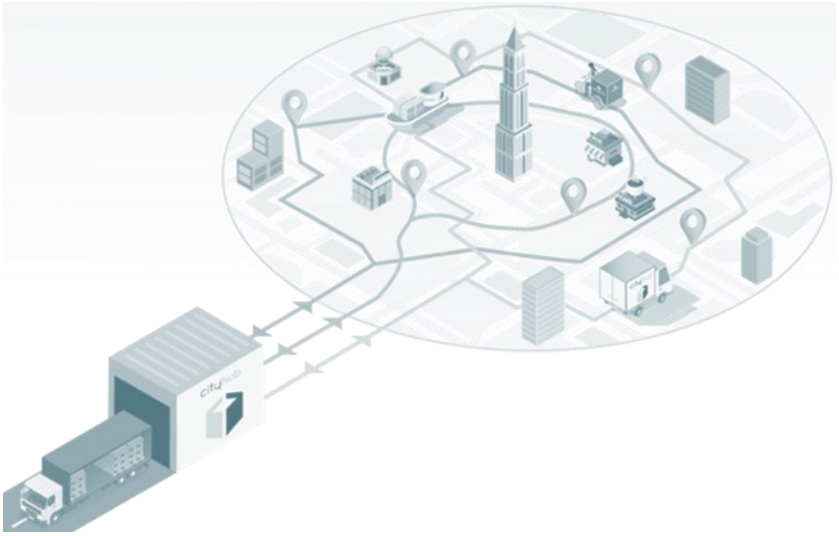


Abbildung 2-4: cityhub als Beispiel für ein erfolgreiches City-Logistik-Konzept in den Niederlanden[22]

2.2.2 Referenzkonzept incharge Düsseldorf

Ähnlich, wie das cityhub-Konzept in den Niederlanden, funktioniert das in Düsseldorf erfolgreich umgesetzte incharge-Konzept (Smarte Innenstadtlogistik) der ABC-Logistik GmbH.[23] Das Düsseldorfer Konzept unterscheidet sich vom niederländischen Konzept dadurch, dass die incharge-Prozesse in Düsseldorf parallel zu denen der KEP-Dienstleister laufen können. Es basiert auf Freiwilligkeit und nicht auf Regulierung: Der Händler bestellt beim Lieferanten mit der Lieferadresse des incharge-Lagers. Auch hier kann der innerstädtische Handel Filialbestände auslagern und über kurzfristige Lieferabrufe flexibel beziehen. Sowohl Paket- als auch Stückgutsendungen werden im innenstadtnahen Lager gepuffert und nach Freigabe durch den Kunden gemeinsam ausgeliefert (vgl. Abbildung 2-5). Kleinere Einzelhändler haben die Möglichkeit, Bestände extern zu puffern, um Rabatte für größere Bestellmengen zu erhalten. Einzelhändler können somit das lokale Lager als Entkopplungspunkt nutzen und Wettbewerbsnachteile gegenüber Handelsketten ausgleichen. Auf dieser Basis können Einzelhändler teure Lagerflächen in Verkaufsflächen umwandeln, um ein breiteres Sortiment anbieten zu können. Dem Aussterben der Innenstädte wird so entgegengewirkt. Das gewohnte Belieferungssystem der parallel zustellenden KEP-Dienstleister wandelt sich aus Sicht des Umschlagplatzes von einem dezentralen Push-System zu einem zentralen Pull-System. Auch die Selbstabholung durch den Händler im zentralen City-Hub kann einen Mehrwert für Händler, Anwohner und Natur darstellen.[24]

Trotz eines zusätzlichen Akteurs auf den Straßen der Innenstädte führt die zunehmende Bündelung durch das incharge-Konzept zu einer Verringerung der Fahrten auf der letzten Meile, da weniger KEP-Lieferungen erforderlich sind. Der Erfolg des incharge-Konzeptes ist wettbewerbsorientiert und bedarf keiner Lieferrestriktionen durch die jeweilige Stadt. Dieses Konzept ist in Deutschland als realistischer einzuschätzen als das cityhub-Konzept aus den Niederlanden. Die Herausforderung für den Business Case besteht darin, dass die Mehrwerte des incharge-Konzeptes und der konsolidierten Belieferung auf Abruf die Mehrkosten gegenüber der konventionellen Direktbelieferung mindestens kompensieren.

[22] (Cityhub, 2023).
[23] Vgl. (Logistik, ABC, 2023).
[24] Vgl. (vienna.at, 2022).

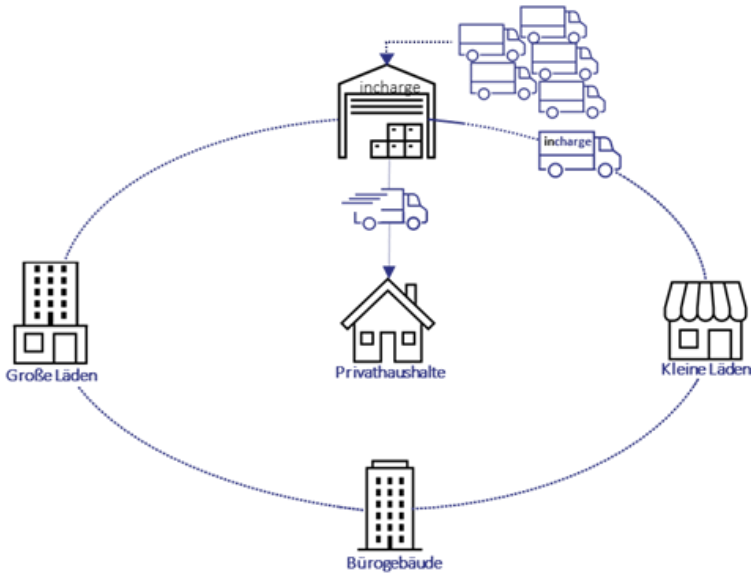


Abbildung 2-5: incharge als Beispiel für ein erfolgreiches City-Logistik-Konzept in Düsseldorf[25]

2.2.3 Das City Hub-Konzept als komplexer Logistikknoten

In einem SPaCiH werden nicht nur von externen Quellen stammende Güterströme abgewickelt, sondern auch u.a. Versorgungsgüter erstellt und ggf. übergreifend gebündelt ausgeliefert. Dieser Ansatz erweitert somit durch folgende Aspekte das bekannte City Hub-Konzept vom reinen Umschlagspunkt zu einem komplexen Logistikknoten mit eigenen Lieferquellen:

- Wertschöpfungsaktivitäten im Bereich Produktion und Weiterverarbeitung gemäß Smart Park-Konzept
- Leistungsspektrum abgeleitet aus den aufgezeigten Basiskonzepten des Smart Park-Konzeptes
- Dezentralisierung: Reduzierung der Transportaufwände durch die Nähe der Lieferquelle im SPaCiH zum Kunden, Nutzung der Regionalität, synergistische Verknüpfung von Liefer- mit Versorgungsdiensten
- Digitalisierung und Vernetzung: Nutzung einer Kooperationsplattform zur Bündelung von Verkehrsströmen und der optimierten Zuordnung der Transportmittel
- Virtuelle Ressourcen: Reduzierung des Ressourcenbedarfs durch verbesserte Auslastung und Einbringung bislang nicht „öffentlicher“ Ressourcen auf einer digitalen Kooperationsplattform zur flexiblen und bedarfsgerechten Verteilung an verschiedene Nutzer
- Nutzung technischer Innovationen in den Bereichen IT und Materialfluss/ Transport

[25] (vienna.at, 2022).

2.3 Implikationen von Smart Park City Hubs und notwendige Servicebausteine

Im Folgenden werden die Implikationen der Aspekte Smart, Park, City und Hub sowie die Basiskonzepte des Smart Park-Ansatzes auf das SPaCiH-Konzept untersucht. Hierbei werden Anforderungen an einen Smart Park City Hub und notwendige Servicebausteine im SPaCiH abgeleitet. Ein Arbeitspaket des Projektes befasst sich mit der Frage, wie SPaCiH-Standorte und das verbindende Netz konfiguriert werden, d.h. wie Komponenten (Parametrisierung) ausgeprägt und schrittweise zu einem Gesamtsystem (Konfiguration) zusammengesetzt werden.[26] Daher werden auch die Komponenten der Konfiguration und deren Ausprägungen, die sogenannten *Konfigurations-Dimensionen*, untersucht.

2.3.1 Implikationen des Aspektes Smart

Anwendungsfelder der Industrie 4.0 werden vielfach mit dem Attribut „smart“ versehen. Prominente Beispiele sind Smart Manufacturing, Smart Products, Smart Services oder auch Smart Supply Chain.[27] Grundsätzlich wird damit eine neue industrielle Phase zum Ausdruck gebracht, in der mehrere neue Technologien konvergieren, um durchgängige, intelligente und digitale Lösungen anzubieten. Sie ermöglichen es Unternehmen, Daten in Echtzeit zu sammeln und zu analysieren, um Prozesse zu automatisieren und Entscheidungen zu treffen, die die Effizienz und Produktivität verbessern. Wesentliche Basistechnologien, die dabei zum Einsatz kommen, sind: Internet der Dinge (IoT), Künstliche Intelligenz (KI), Cloud Computing, Big Data und Analytik, Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR), Cyber-Physische Systeme (CPS) sowie Additive Fertigung.[28] Im SPaCiH Konzept sollen diese Technologien ebenfalls zum Einsatz kommen. Gemäß der Leitlinie „Digitalisierung als Enabler für Effektivität und Effizienz“ wird im Projekt eine Kooperationsplattform konzipiert (Kapitel 0). Diese soll kooperative Prozesse und die Erschließung von Synergiepotenzialen unterstützen.[29] Sie soll auch die Leitlinie der „Virtualisierung“ unterstützen, indem die Merkmale einer virtuellen Organisation im Kontext eines SPaCiHs ermöglicht werden: [30]

- **Fähigkeit der Delokalisierung:** Die SPaCiH-Organisation ist dazu in der Lage, die an ein SPaCiH-Netzwerk gekoppelten Prozesse von Raum- und Kapazitätsbeschränkungen zu befreien, um die Möglichkeit zu bieten, von überall aus zu arbeiten.
- **Fähigkeit der Temporalisierung:** Das SPaCiH ist dazu in der Lage, die organisatorischen Beziehungen zwischen Teilnehmern und dessen organisatorischen Prozesse in modularer Weise zu gestalten. Die Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Unternehmen sollte als zirkulärer Prozess der Entstehung, des Betriebs, der Bewertung und der Auflösung berücksichtigt werden.
- **Unterstützung für die Dematerialisierung:** Die virtuelle SPaCiH-Organisation stellt eine Plattform für virtuelle Produkte, Dienstleistungen und Zusammenarbeit zwischen beteiligten Unternehmen und anderen immateriellen Bereichen zur Verfügung.
- **Individualisierung:** Das SPaCiH bietet die Möglichkeit, auf die steigenden Anforderungen der Verbraucher durch die Kombination von Massenproduktion und Individualisierung (Mass Customisation) zu reagieren. Mass Customisation ist ein Ansatz, der durch das SPaCiH-Netzwerk gefördert wird, damit beteiligte Unternehmen neue Märkte erschließen können.
- **Nicht-Institutionalisierung:** Das SPaCiH bietet die Möglichkeit, interorganisatorische Beziehungen ohne physische Assets zu fördern. Auf die Schaffung, Stabilisierung und Verfestigung von Strukturen und Praktiken innerhalb der virtuellen Organisation kann somit verzichtet werden. So wird eine „Verkrustung von Strukturen“ mit ihren negativen Auswirkungen vermieden.

[26] Vgl. (Kühn, 2001)
[27] Vgl. (Bauernhansl, ten Hompel, & Vogel-Heuser, 2014).
[28] Vgl. (Bauernhansl, ten Hompel, & Vogel-Heuser, 2014).
[29] Vgl. (Beckmann & Ries, 2020).
[30] Vgl. (Nami, 2008).

- **Asynchronisierung:** Das SPaCiH bietet die Möglichkeit, dass Mitglieder asynchron über IKT-Innovationen kommunizieren und interagieren können. Ereignisse und Aktionen (z.B. F&E-Prozesse) werden vom Faktor Zeit entkoppelt. Dies kann den beteiligten Unternehmen eine schnellere Zusammenarbeit ermöglichen.
- **Integrative Atomisierung:** Das SPaCiH ist dazu in der Lage, alle atomisierten Kernkompetenzen der Teilnehmer zu integrieren und so die Kundenzufriedenheit zu erhöhen.

2.3.2 Implikationen des Aspektes Park (Gewerbe- bzw. Industriepark)

Wie in der Definition ausgeführt ist ein **Smart Park** City Hub (SPaCiH) ein zirkulär vernetztes Logistik- und Produktionssystem, welches je nach Art der anzusiedelnden Wertschöpfung als nachhaltiger *Gewerbe- bzw. Industriepark* anzusehen ist.[31] Nachhaltigkeitsaktivitäten im Kontext industrieller Wertschöpfung werden vielfach unter dem Begriff der „industriellen Ökologie (IE **I**ndustrial **E**cology)" zusammengefasst. Dabei handelt es sich um einen neu entstehenden „Rahmen für das Umweltmanagement mit dem Ziel der Transformation des industriellen Systems, um dessen Inputs und Outputs an die planetare und lokale Tragfähigkeit anzupassen. Ein zentrales Ziel der IE ist der Übergang von einem linearen zu einem geschlossenen Kreislaufsystem in allen Bereichen der menschlichen Produktion und des Konsums. Auf diese und andere Weise kann die industrielle Welt in ihrer Dynamik näher an ein ökologisches Modell heranrücken. Industrielle Ökosysteme verkörpern eine konkrete Strategie für die Entwicklung geschlossener Kreisläufe auf lokaler Ebene, in Industrieparks oder Regionen."[32] Industrieparks mit solch einer Strategie werden auch Eco Industrial Parks genannt. Ein zentrales Konzept dabei ist die sogenannte *„Industrielle Symbiose". Diese* „verbindet traditionell getrennte Branchen in einem kollektiven Ansatz zur Erzielung von Wettbewerbsvorteilen, durch den physischen Austausch von Materialien, Energie, Wasser und/ oder Nebenprodukten. Der Schlüssel zur industriellen Symbiose sind Zusammenarbeit und die synergetischen Möglichkeiten durch die geografische Nähe."[33] Im Konzept des Fraunhofer IPA für den Gewerbepark der Stadt Rheinfelden (Baden) wird der Ansatz plastisch veranschaulicht (Abbildung 2-6, rechts).

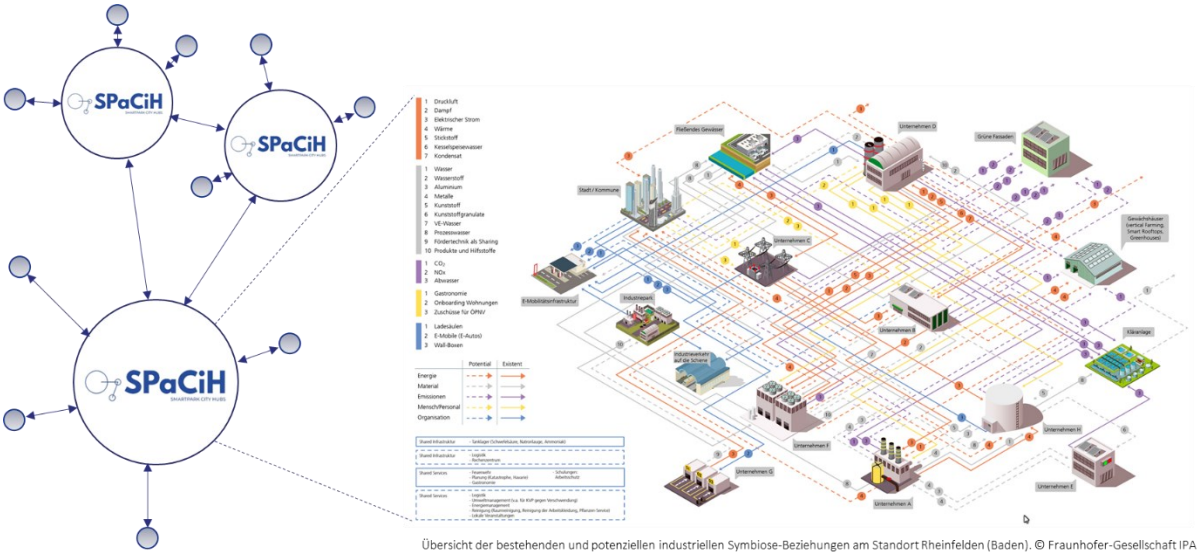


Abbildung 2-6: Einbindung der „Industriellen und Urbanen Symbiose" in das SPaCiH Konzept[34]

[31] Vgl. (Beckmann, 2017).
[32] Vgl. (Lowe & Evans, 1995).
[33] Vgl. (Chertow, 2000, S. 313–337).
[34] Vgl. (Beckmann, 2022a) und (Fraunhofer IPA, 2020).

2.3.3 Smart Park-Konzept: Eine erweiterte Betrachtung der industriellen Symbiose

Das Smart Park-Konzept ist als eine Ausprägung eines Eco Industrial Parks zu verstehen, der durch folgende drei Dimensionen ergänzt wird:

- Bioökonomie, d.h. es werden alle relevanten Handlungsfelder zum Erreichen einer Substitution fossiler durch nachwachsende Rohstoffe adressiert
- Nutzung einer „smarten" Digitalisierung
- Basiskonzepte, welche oben in Abbildung 2-3[35] benannt wurden und im Folgenden beschrieben werden

Im Smart Park City Hub wird, orientiert an der Strategie industrieller Ökosysteme (IE), der Betrachtungsraum für die Untersuchung potenzieller Symbiosen auf die Stadt bzw. den zu versorgenden ländlichen Raum erweitert. Diese Idee ist nicht grundsätzlich neu. Bereits im Kontext des japanischen Eco-Town-Programms wurde hierfür der Begriff urbane Symbiose geprägt. Ähnlich wie die industrielle Symbiose basiert die urbane Symbiose auf den synergetischen Möglichkeiten, die sich aus der geografischen Nähe von städtischen Abfallquellen und potenziellen Nutzern durch den Transfer von physischen Ressourcen („Abfallstoffe") zum Nutzen der Umwelt und der Wirtschaft ergeben.[36] Im SPaCiH-Konzept wird diese Betrachtung auf den ländlichen Raum und gemäß der „Circular Economy (CE)"-Leitlinie auf Materialien und Produkte erweitert (vgl. Kapitel 1). Im Smart Park-Konzept wird somit die Industrielle Symbiose auf verschiedenen Ebenen betrachtet:[37]

- innerhalb eines SPaCiH-Knotens (klassische Betrachtung)
- innerhalb des SPaCiH-Netzwerkes
- im Zusammenspiel zwischen SPaCiH und Stadt bzw. ländlichem Raum (SPaCiH-Servicegebiet vgl. Kapitel 2.3.4)
- innerhalb der SPaCiH-Servicegebiete (der Stadt bzw. des ländlichen Raumes)

Die im SPaCiH-Kontext besonders relevanten logistischen Serviceleistungen zählen mit der Werkslogistik zu den Support-Services oder werden über am Standort angesiedelte Logistikdienstleister abgewickelt. Als Beispiel für die Chemie-Logistik kann die Chemion Logistik GmbH benannt werden. Sie bietet ein breites Spektrum logistischer Services in der Chemie- und chemienahen Industrie.[38]

Ein *SpaCiH weist zahlreiche Eigenschaften eines Lieferantenparks* auf. So sollte die Ansiedlung von Produktions- und Logistikaktivitäten gemäß der SpaCiH-Leitlinie „aus der Region für die Region"[39] möglichst nah am Zielkunden erfolgen. Über das Zusammenführen der Lieferanten in unmittelbarer Nähe des Verbrauchsortes sollen Synergie- und Kooperationsvorteile genutzt werden, indem gemeinsame Services, Infrastrukturen und Ressourcen genutzt werden. Die Koordination der über das SpaCiH abgewickelten Lieferketten erfolgt ausgerichtet auf die Bedarfe der nachhaltig zu versorgenden Kunden. Diese werden den zu den SpaCiHs optimal zugeordneten Liefergebieten zusammengefasst (vgl. Kapitel 3.2).

2.3.4 Implikationen des Apektes City

Immer drängender stellt sich die Frage, wie die Entwicklung der Güterströme im urbanen Umfeld nachhaltiger gestaltet werden kann. Im Bereich der City-Logistik besteht diesbezüglich ein zunehmender Handlungs- und Lösungsbedarf. Das SpaCiH-Konzept greift diesen Bedarf auf und bezieht

[35] Vgl. (Beckmann, 2017) und (Beckmann, 2023a).
[36] Vgl. (van Berkel, Fujita, & Hash, 2009) und (Bey, 2012).
[37] Vgl. (Beckmann, 2022a).
[38] Vgl. (Chemion Logistik GmbH, 2023).
[39] Vgl. (Beckmann & Ries, 2020).

neben dem urbanen Raum explizit auch den ländlichen Raum mit ein. Es ergänzt eine ganzheitliche Betrachtung der Lieferkette über alle Distributionsstufen (überregional, regional, urban bzw. ländlich). Ein SpaCiH-Standort sollte mindestens bimodal sein. Dies schränkt die Standortwahl ein. Dementsprechend geht das SpaCiH-Konzept nicht von einzelnen Städten aus, wie es in der klassischen City-Logistik üblich ist. Vielmehr wird aus der Gesamtperspektive eines größeren Versorgungsraumes (im Projekt NRW) auf ein optimiertes SpaCiH-Netz mit verkehrsoptimal zugeordneten Servicegebieten abgezielt (Abbildung 2-7). Der Begriff Servicegebiet soll deutlich machen, dass in diesem Raum eine nachhaltige Ver- und Entsorgung über SpaCiHs erfolgen soll. *Im SpaCiH-Konzept ist somit das Servicegebiet die City.*

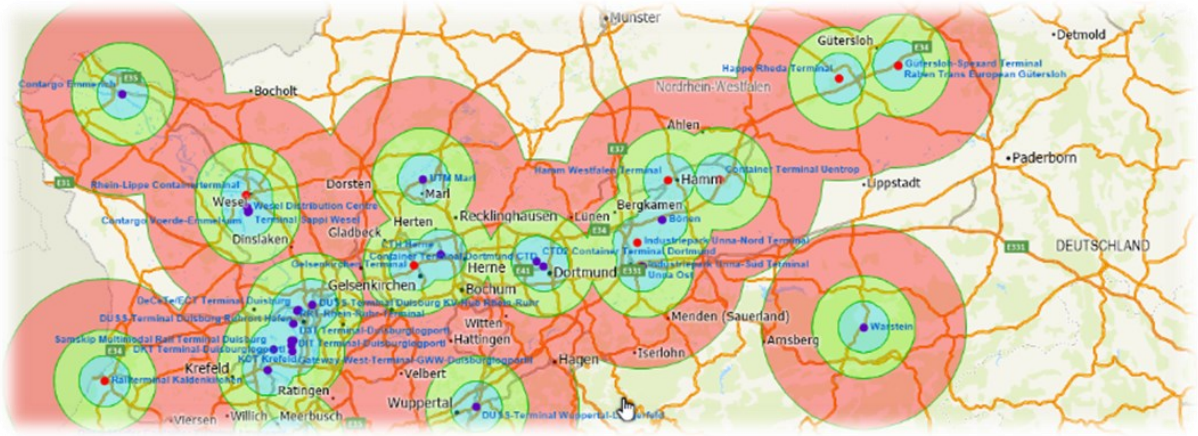


Abbildung 2-7: Servicegebiete der SpaCiH Standorte (Quelle: SysPlan)

2.3.5 Implikationen des Aspektes Hub

Die Funktionen eines City Hubs können im SpaCiH-Konzept an einem Standort oder verteilt im SpaCiH-Netzwerk umgesetzt werden. Dazu werden vier Hub-Typen mit unterschiedlichem Funktionsumfang unterschieden, die systematisch aufeinander aufbauen (Abbildung 2-8). Die Bezeichnung hebt jeweils die Hauptfunktion hervor. In der Minimalkonstellation erfüllt ein Hub nur eine Umschlagsfunktion. Die Ausprägung Cross-Docking ergänzt die Funktionen der darunterliegenden Ebene. Um dies zu verdeutlichen, wurde die grafische Darstellung so gewählt, dass die jeweils höhere Ebene die darunterliegende umschließt.

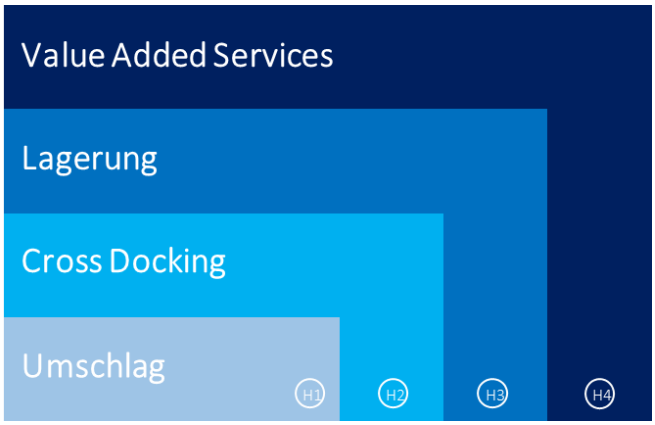


Abbildung 2-8: Alternative Hub-Konstellationen als SpaCiH-Konfigurationsbausteine

Die vier SPaCiH Hub-Ausprägungen werden in den nachfolgenden Unterkapiteln charakterisiert.

2.3.5.1 Umschlag

Der Umschlag ist die Gesamtheit der Förder- und Lagervorgänge beim Übergang der Güter auf ein Transportmittel, beim Wechsel der Transportmittel sowie beim Abgang der Güter von einem Transportmittel.[40] Der Transportmittelwechsel kann zwischen verschiedenen Verkehrsträgern[41] erfolgen (Wechsel der Modalität z.B. Lkw zu Bahn). Neben der Umschlags- ist eine Pufferfunktion als Zeitversatz möglich. Werden beim Transportmittelwechsel mehrere Ladeeinheiten umgeschlagen, ist über die Reihenfolge des Umschlags in gewissem Rahmen eine Sequenzierung[42] möglich.

2.3.5.2 Cross Docking

Beim Cross Docking werden zwei prinzipielle Methoden unterschieden.

- Cross Docking als Durchlaufsystem: Hier wurden die eingehenden Güter durch den Lieferanten entsprechend vorkommissioniert, sodass die einzelne logistische Einheit nicht mehr aufgebrochen, sondern nur noch zu Ladeeinheiten/ Sendungen konsolidiert werden muss. (einstufiges Cross Docking).
- Cross Docking mit Aufbrechen der Ladeeinheiten: Ankommende Einheiten sind artikelrein und müssen auf einzelne Aufträge verteilt werden (zweistufiges Cross Docking). Die ankommenden Ladeeinheiten werden vereinzelt, auf Grundlage bereits vorliegender Bedarfsinformationen nach Abfuhrrichtungen bzw. Kunden sortiert, zu Ladeeinheiten konsolidiert und zur Abholung bereitgestellt. Somit wird eine bedarfsgerechte Anpassung der Attribute Gütersortiment (auftragsspezifische Zusammenstellung von Gütern/ Artikeln) und Mengen ermöglicht. Ein Cross Docking Hub hält keine Bestände vor.

2.3.5.3 Lagerung

Hier erfolgt eine intendierte Unterbrechung des Güterstroms, um die Güter für einen längeren Zeitraum zu lagern. Über die Lagerfunktionen sind die ausgehenden Güterströme in Bezug auf alle Attribute des logistischen Auftrags bedarfsgerecht konfigurierbar. Die hierzu wesentlichen Teilfunktionen eines Lagers sind:

- Überbrückungsfunktion (Zeitüberbrückungs- und Ausgleichsfunktion): Ausgleich der Diskrepanz zwischen zugehenden und bedarfsgerecht abgehenden Gütermengen sowie Zugangs- und Bedarfszeitpunkt des Kunden
- Sortierungsfunktion: bedarfsgerechte Sortierung der Güter
- Umformungsfunktion: Kommissionierung mit dem Ziel, aus einer Gesamtmenge von Gütern (Sortiment) Teilmengen aufgrund von Anforderungen der Kunden zusammenzustellen[43]
- Veredelungsfunktion: Lagerung zur gewollten Veränderung des Produktes und seiner Qualität als Teil des Produktionsprozesses (z.B. Reifung von Nahrungsmitteln oder Getränken)

2.3.5.4 Value Added Services (VAS)

Unter VAS werden Mehrwertdienstleistungen, wie logistik- und produktionsnahe Services (Montage, Demontage, Veredelung, Konfektionierung, Etikettierung, Aufbereitung beschädigter Verpackungen oder Ladungsträger, Zollabwicklung), zusammengefasst. Zu den VAS zählen auch Shared Services, wie das Ladungsträgerpooling (vgl. Kapitel 3.1.4.3).

---

[40] Vgl. (DIN 30781, 1989).

[41] Zu den Verkehrsträgern zählen Landverkehr (Eisenbahn, Straßenverkehr, Binnenschifffahrt, Rohrfernleitungen), Seeschifffahrt und Luftverkehr.

[42] *Sequenzierung* steht für die Bildung oder Bestimmung einer Reihenfolge (Sequenz).

[43] Kommissionieren hat zum Ziel, aus einer Gesamtmenge von Gütern (Sortiment) Teilmengen aufgrund von Anforderungen (Aufträgen) zusammenzustellen (vgl. (VDI 3590-1, 1994)).

Jeder Typ repräsentiert ein Leistungsbündel, das bei der Konfiguration eines SPaCiH-Standortes einem oder mehreren Akteuren (Organisationseinheit) zugeordnet werden kann.

2.3.6 Implikationen des Smart Park-Basiskonzeptes Business Ecosystem

Der Begriff Business Ecosystem wurde 1993 von J. F. Moore als Metapher, mit der er wesentliche Merkmale biologischer Ökosysteme auf wirtschaftliche Zusammenhänge überträgt, geprägt.[44] Er definiert das Business Ecosystem als „eine Wirtschaftsgemeinschaft, die von einem Fundament interagierender Organisationen und Individuen getragen wird", den Organismen der Geschäftswelt. Nach Moore umfasst ein Business Ecosystem Kunden, führende Produzenten, Wettbewerber und andere Interessensgruppen (Stakeholder). Das Ökosystem fokussiert also nicht nur auf die im Wertschöpfungsprozess verbundenen Unternehmen, sondern geht darüber hinaus.

Dies ist für das SPaCiH-Konzept von besonderer Bedeutung, da die für die Umsetzung notwendigen Veränderungen nur gemeinsam mit einem breiten Spektrum von Stakeholdern erreicht werden können (Kapitel 5.1). Nach Moore entwickeln diese ihre Fähigkeiten und Rollen im Laufe der Zeit gemeinsam weiter und folgen in der Regel der Richtung, die von einem oder mehreren zentralen Akteuren (Orchestrator) vorgegeben wird. Die Unternehmen, die die Führungsrolle innehaben, können sich im Laufe der Zeit ändern, die Funktion des Orchestrators wird jedoch von der Gemeinschaft geschätzt, da sie es den Mitgliedern ermöglicht, sich auf gemeinsame Visionen – in diesem Fall „die nachhaltige Ver- und Entsorgung städtischer und ländlicher Gebiete in NRW" – zuzubewegen, ihre Investitionen aufeinander abzustimmen und sich gegenseitig unterstützende Rollen zu finden. [45]

2.3.7 Implikationen des Smart Park-Konzeptbausteins Innovation Ecosystem

Ein wesentliches Ziel ist die kontinuierliche Weiterentwicklung des SPaCiH-Systems in Richtung höherer Ziele, um die langfristige Existenz zu sichern. Dazu ist die systematische Integration von Innovationen in den Bereichen der eingesetzten Technologien, der Produkte/ Services sowie der damit verbundenen Geschäftsmodelle unerlässlich. Um hier führend und proaktiv agieren zu können, soll das SPaCiH-Management Impulsgeber für Innovationsvorhaben sein und die zur Umsetzung notwendigen Akteure in einem sogenannten Innovation-Ecosystem zusammenführen. Um Innovationsprozesse nachhaltig zu unterstützen, sieht das SPaCiH-Konzept entsprechende Managementservices vor (Kapitel 2.4.8).

2.3.8 Implikationen des Smart Park-Konzeptbausteins Platform Economy

Der Begriff der Plattformökonomie (Plattform Economy) im weiteren Sinne wurde von Kenney und Zysman (2016) geprägt als „ein neutralerer Begriff, der eine wachsende Anzahl von digital ermöglichten Aktivitäten in Wirtschaft, Politik und sozialer Interaktion umfasst."[46] Im engeren Sinne werden darunter Geschäftsmodelle verstanden, die mittels einer digitalen Plattform zwei oder mehrere unterschiedliche Gruppen von Akteuren im Markt zusammenbringen und so wertschöpfende Interaktionen zwischen externen Anbietern und Kunden ermöglichen.[47] Somit beschreibt der Begriff die ökonomischen Wirkmechanismen hinter IT-Plattformen sowie die an einem plattformbasierten Ökosystem beteiligten Stakeholder und ihre Beziehungen.[48] Das Ziel einer Plattform besteht darin, Wertschöpfung für die Teilnehmer zu generieren, indem die verschiedenen Marktseiten zusammengeführt und eine oder mehrere Formen eines Handels ermöglicht werden.[49] Dazu soll im SPaCiH-Konzept die Kooperationsplattform Servicebausteine zur Verfügung stellen, die die Partner des Business Ecosystems

[44] Vgl. (Moore, 1993, S. 75-83).
[45] Vgl. (Moore, 1996).
[46] Vgl. (Kenney & Zysman, 2016).
[47] Vgl. (von Engelhardt, Wangler, & Wischmann, 2017).
[48] Vgl. (Engels, 2017).
[49] Vgl. (Milkau & Bott, 2015).

gemeinsam nutzen können, um neue, sich ergänzende Produkte und Dienstleistungen zur Umsetzung des gemeinsamen Wertversprechens, der nachhaltigen Ver- und Entsorgung zu schaffen. Gleichzeitig bildet sie das technologische Fundament zur Koordination der Lieferketten im SPaCiH-Netz, zum Teilen von Ressourcen und somit allgemein zur Umsetzung der SPaCiH-Services.

Folglich ist das SPaCiH-Netzwerk ein Plattformunternehmen. Die Kooperationsplattform soll es Entwicklern erlauben, Anwendungen und Dienste auf der Plattform bereitzustellen. Ziel ist, ein breites Spektrum an Anwendungen und Diensten anzubieten, die von Drittanbietern entwickelt werden. Diese Vielfalt trägt zur Attraktivität der Plattform bei und erweitert ihre Funktionalität. Im Rahmen dieses Projektes werden dazu die wesentlichen Funktionsbausteine der Kooperationsplattform konzipiert und systematisiert.

2.3.9 Implikationen des Smart Park-Basiskonzeptes Shared Economy

Im Folgenden wird der Begriff aus der Perspektive des SPaCiH-Konzeptes definiert. Shared Economy ist ein auf Teilen ausgerichtetes Wirtschaftsmodell, das den Erwerb, die Zurverfügungstellung oder den gemeinsamen Zugang zu Ressourcen über eine Kooperationsplattform (vgl. Kapitel 0) ermöglicht. Die Transaktionen über die Plattform dienen dem Weiterverkauf, dem Tausch, dem zeitlich begrenzten Verleih oder der temporären Mitverwendung von Gütern oder Ressourcen (z.B. Umschlaganlagen, Lager-, Transport- und Produktionskapazitäten). Die bereitgestellten Ressourcen werden von Dritten für eine begrenzte Zeitspanne gegen Entgelt oder im Tausch gegen andere Ressourcen genutzt bzw. erworben.[50] Somit wird die Nutzungshäufigkeit und/ oder -intensität der Ressourcen durch den gemeinsamen Konsum von Bereitsteller und Fremdnutzer (Dritte) erhöht.[51] Bereitsteller und Fremdnutzer im SPaCiH sind in der Regel Unternehmen. Es gibt aber auch Anwendungsfelder, in die Privatpersonen (vgl. Use-Case Foodhub im Kapitel 0) eingebunden sind.

[50] Vgl. (Lichter, 2017).
[51] Vgl. (Lichter, 2017) und dort zitierte Literatur.

2.4 Architektur des SPaCiH-Ansatzes

2.4.1 SPaCiH-Netzwerk

Das SPaCiH Netzwerk ist ein Unternehmensnetzwerk. Ein Unternehmensnetzwerk „stellt eine auf die Realisierung von Wettbewerbsvorteilen zielende Organisationsform ökonomischer Aktivitäten dar, die sich durch komplex-reziproke, eher kooperative, denn kompetitive und relativ stabile Beziehungen zwischen rechtlich selbständigen, wirtschaftlich jedoch zumeist abhängigen Unternehmungen auszeichnet."[52] Es bildet die logistische Basis zur Umsetzung des Kernzieles der nachhaltigen Ver- und Entsorgung von Citys und dem ländlichen Raum. Das SPaCiH-Netzwerk hat eine räumliche Struktur, die im engeren Sinn durch die Menge der SPaCiH Standorte (Knoten) und deren Verbindungen (Kanten) charakterisiert werden kann. Es deckt gemäß Projekt-Scope zunächst NRW ab, schließt aber sowohl an überregionale als auch parallele Netzwerke an (vgl. Abbildung 2-9). Im Netzwerk agieren verschiedene Akteure (z.B. Industrie-, Handels- oder Dienstleistungsunternehmen) mit den SPaCiHs, die über komplexe Kunden-Lieferanten-Beziehungen verbunden sind. Deren Standorte bilden Knoten des SPaCiH-Netzwerkes im erweiterten Sinne.

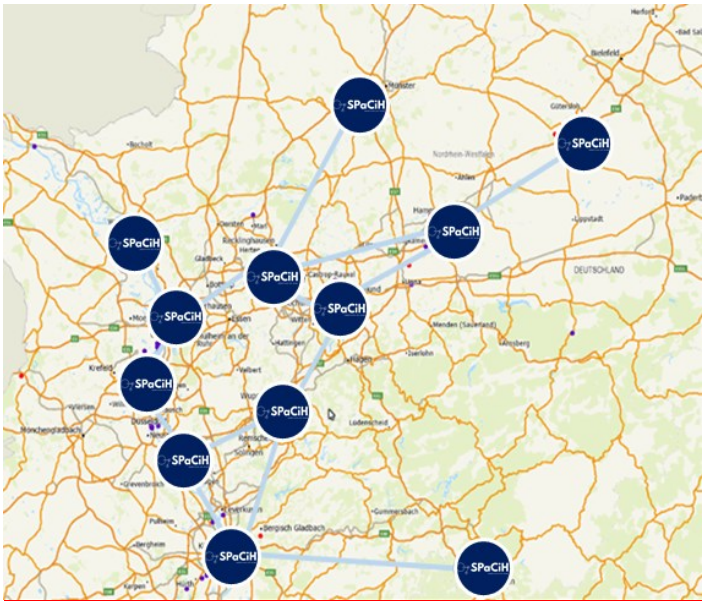


Abbildung 2-9: Das SPaCiH-Netzwerk (beispielhaft)

Ein SPaCiH-Standort (Knoten) ist ein zirkulär vernetztes Logistik- und Produktionssystem in Form eines nachhaltigen Industrie- oder Gewerbeparks. [53] Es ist räumlich an einem Standort verortet, welcher jedoch keine geschlossene Fläche sein muss. Jedem SPaCiH ist ein transportoptimal definiertes Servicegebiet zugeordnet, welches nachhaltig zu ver- bzw. entsorgen ist. Über die Kanten werden die Verbindungen zu den anderen Knoten des SPaCiH-Netzwerkes abgebildet. Sie stellen die unterschiedlichen Möglichkeiten dar, wie Güter, Informationen, Energie, Finanzmittel und Personen durch das Netzwerk fließen können. Zunächst stehen hier die Güterflussbeziehungen im Vordergrund. Gemäß der SPaCiH-Leitlinie sind Güterströme auf möglichst CO_2-effiziente Verkehrsträger zu verlagern, die Relationen zwischen den SPaCiHs und die Hauptläufe (insbesondere überregionale Transportbeziehungen) idealerweise per Bahn und Binnenschiff bedienen. Ein SPaCiH weist somit eine Anbindung an mindestens zwei Modalitäten auf. Entsprechend sind SPaCiHs an intermodalen

[52] Vgl. (Sydow, 1992, S. 79-80).

[53] Hinweis: Dies gilt für ein SPaCiH mit vollem Funktionsumfang. Wie die Konfigurationsmethode zeigt, muss der Funktionsumfang an die spezifischen Anforderungen und Restriktionen der Standorte angepasst werden. Die Minimalkonfiguration ist ein SPaCiH mit reiner Umschlagsfunktion (siehe Kapitel 2.3.5).

Standorten zu positionieren. Dies können bestehende (z.B. Güterverkehrszentren, Häfen oder KV-Terminals) oder neu zu schaffende bzw. auszurüstende Standorte sein. Die Verbindung der SPaCiH Standorte basiert auf dem Wasserstraßen- und/ oder Bahnnetz. Der Lkw ist die Fallback-Lösung, wenn die anderen Verkehrsträger nicht zum Einsatz kommen können. Im Rahmen einer Standortstrukturplanung wurde neben der optimalen Anzahl und Position der SPaCiH-Standorte in NRW eine transportoptimale räumliche Zuordnung der zu ver- bzw. entsorgenden Servicegebiete bestimmt. Somit wurden die Transportdistanzen im Vor- und Nachlauf der SPaCiHs stark verkürzt und die Möglichkeit geschaffen, dort mit Lastenrädern und/ oder E-Lkw effizient zu agieren.

Ein SPaCiH hat neben den Verbindungen zu anderen SPaCiHs Beziehungen zu Kunden und Lieferanten. Unter Lieferanten werden alle Quellen verstanden, die Güter in das SPaCiH-Netzwerk einspeisen. Allgemein bezeichnen Quellen die Ursprungs- oder Entstehungsorte eines Güterflusses. In der Beziehung zu Lieferanten kann ein SPaCiH zwei Rollen einnehmen. Einerseits dient es mit seiner Hubfunktion als Zwischenstation in dessen Güterfluss an seine Kunden, andererseits ist es Kunde, wenn im SPaCiH angesiedelte Unternehmen versorgt werden müssen. Das SPaCiH ist dann eine sogenannte Senke, d.h. ein Verbrauchs- oder Zielort eines Güteraufkommens. Für Kunden ist ein SPaCiH eine Quelle der für Lieferanten abgewickelten oder im SPaCiH selbst erzeugten Güterströme. Ein SPaCiH ist somit eine Quelle und eine Senke im Netzwerk und kann eine sogenannte aktive Quelle sein, wenn am SPaCiH-Standort selbst Wertschöpfung angesiedelt ist. Die im SPaCiH Netzwerk beteiligten Akteure weisen in der Regel reziprok interdependente Güterströme auf. Dies bedeutet, dass ein wechselseitiger Leistungsaustausch stattfindet, da die im SPaCiH-Konzept verfolgte Leitlinie „Circular Ecomony umsetzen“ geschlossene Kreisläufe (closed loops) voraussetzt. Zur Reduzierung der Transportdistanzen sollten die Kreisläufe zwischen Quelle und Senke idealerweise räumlich fokussiert ablaufen. Jeder Akteur im Netzwerk ist somit in der Regel sowohl Kunde (Senke) als auch Lieferant (Quelle).

Je nach Konfiguration des Leistungsumfangs eines SPaCiHs sind unterschiedliche Ausprägungen möglich. Entsprechend der für die Umsetzung verfügbaren Flächenkapazitäten kann ein SPaCiH als eine Organisationseinheit, zentral an einem Ort oder auch dezentral an mehreren Standorten verortet sein.

Ein voll ausgeprägtes SPaCiH hat einen definierten Funktionsumfang, der in Kapitel 2.4 aufgezeigt wird. Der Funktionsumfang eines spezifischen SPaCiHs wird von seinen standortspezifischen Anforderungen und seinem Zweck innerhalb des Netzwerkes abgeleitet. Somit sind unterschiedliche Konfigurationen möglich, von denen sich einzelne als besonders relevant herausgestellt haben und zur Vereinfachung der Konzeptbeschreibung definiert werden. Folgende SPaCiH Typen werden unterschieden:

- City-SPaCiH: Der Schwerpunkt eines City-SPaCiHs ist die Schnittstellenfunktion zu den Netzwerken innerhalb der Servicegebiete. Im urbanen Raum wäre dies das städtische Verteilnetz der Letzen Meile. Es verbindet somit die regionale mit der urbanen bzw. ruralen Distributionsstufe. Die zwischen den Netzwerken ausgetauschten Güterströme werden lediglich umgeschlagen. Es kann ein reiner intermodaler Durchgangs- und Umschlagspunkt ohne Lagerungs- und Sortierfunktion (Hub Typ 1) bis hin zu einem voll ausgeprägten City Hub (Hub Typ 4) sein.
- Gateway SPaCiH: Der Schwerpunkt des Gateway SPaCiHs besteht in der Schnittstellenfunktion des SPaCiH-Netzes zu den überregionalen Güterströmen. In Richtung SPaCiH-Netz dient es als Break Bulk Point, d.h. zur Auflösung großer Mengen (z.B. Container Stripping), Sortierung (z.B. via Cross Docking), zum Be- und Verladen und Versenden an verschiedene Empfangspunkte. In umgekehrter Richtung ist es ein Konsolidierungspunkt, in dem Güter gebündelt (z.B. Container Stuffing) und an überregionale Zielorte versandt werden.

City-SPaCiHs stellen einen wesentlichen Zielort eines Gateway-SPaCiHs dar. Beispielweise könnte der Pilotpartner Delta Port Häfen in Wesel ein Gateway für die aus Rotterdam per Binnenschiff kommenden

Containerströme sein, welches das in Abbildung 2-10 aufgezeigte City-SPaCiH versorgt. Mögliche Positionen für City-SPaCiHs in NRW können Kapitel 3.2 entnommen werden.

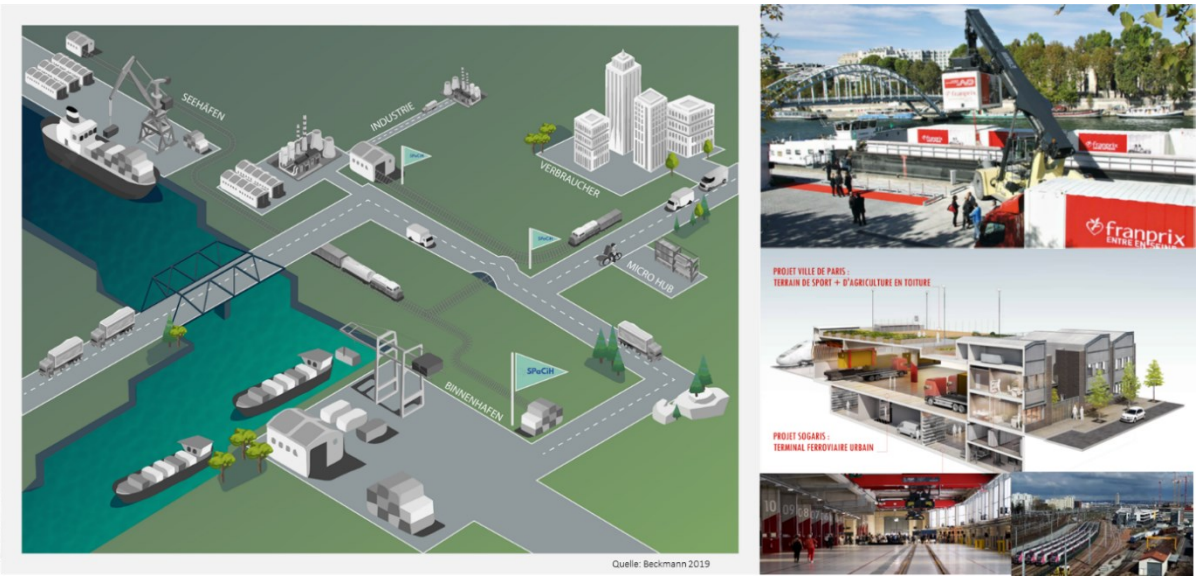


Abbildung 2-10: (virtuelle) Häfen und Bahnhöfe als City-SPaCiHs[54]

2.4.2 Grundstruktur eines SPaCiH-Knotens

Die Grundstruktur bzw. Konfiguration soll grundsätzlich beschreiben, aus welchen Komponenten ein SPaCiH-Knoten besteht und welche Beziehungen diese untereinander aufweisen. Sie ist das Ergebnis des Konfigurierens, worunter „die schrittweise Zusammensetzung und Ausprägung (Parametrisierung) von Komponenten zu einem Gesamtsystem (Konfiguration) unter Einhaltung vorgegebener Restriktionen und vorgegebener Ziele“ verstanden wird.[55] Die Grundstruktur beschreibt den gesamten Lösungsraum, aus dem spezifische Lösungen abgeleitet werden können. Im Planungsprozess (vgl. Abbildung 2-11) ist das Konfigurieren Teil der Suchphase. Hier geht es um die Entwicklung von Lösungsvarianten (alternative Konfigurationen), die den im ersten Schritt definierten Zielen und Anforderungen gerecht werden. In der Beurteilungsphase werden diese anhand qualitativer und monetärer Kriterien bewertet. Anschließend erfolgen die Selektion der Vorzugsvariante, deren Realisierung und die Kontrolle in Bezug auf die Zielerreichung.

Abbildung 2-11: Generische Schritte des Planungsprozesses in der Logistik[56]

Der logistische Planungsprozess kann der benannten Literatur entnommen werden. Im Projekt SPaCiH liegt der Fokus auf dem Konfigurationsprozess der in Abbildung 2-12 veranschaulicht ist.

54 Bildquelle Fotos rechts: (DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung, 2023) und (lejournaldugrandparis, 2023).
55 Vgl. (Kühn, 2001).
56 Vgl. (Beckmann, 2012).

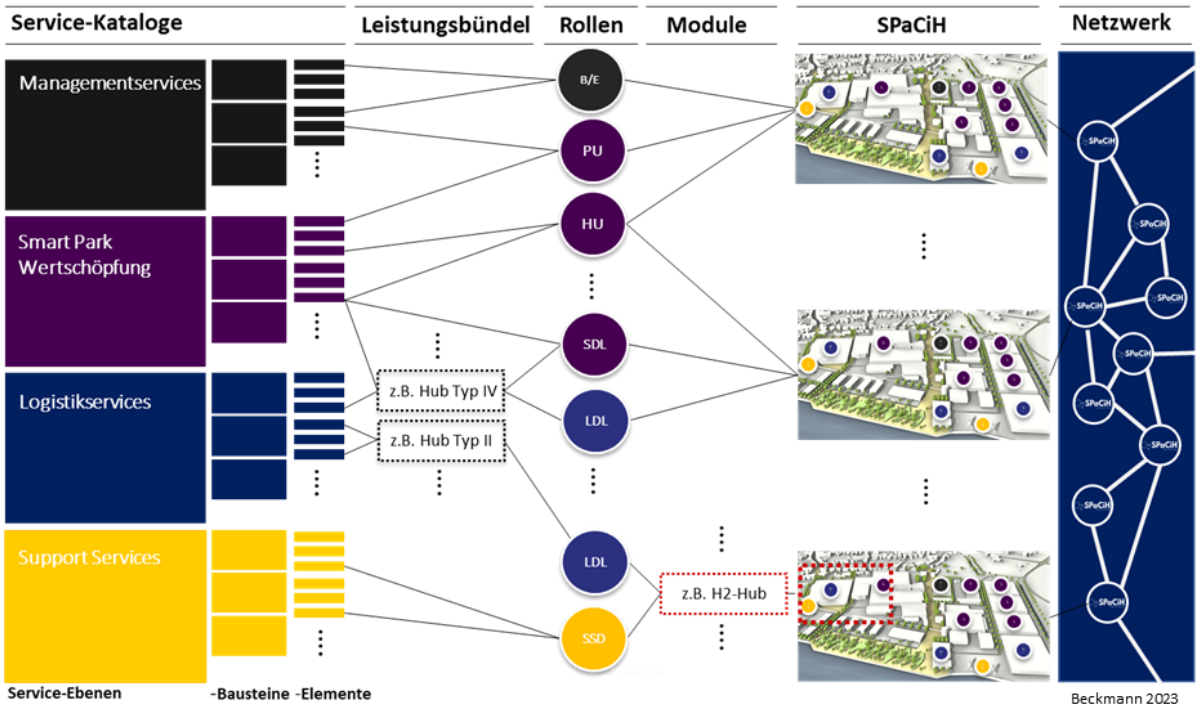


Abbildung 2-12: SPaCiH-Konfigurationsprozess

Eine Grundstruktur kann, wie im Konfigurationsprozess in Abbildung 2-12 gezeigt, aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden:

- Akteure und Rollen im SPaCiH
  Eine **Rolle** bezeichnet die Funktion einer Organisation bzw. Organisationseinheit innerhalb des SPaCiH-Konzeptes. Jede Rolle wird durch die Attribute Aufgaben, Befugnisse und Verantwortungen definiert. **Akteure** sind die Organisationen bzw. Organisationseinheiten, die eine Rolle durch aktives Handeln, d.h. durch Bereitstellung und Umsetzung der SPaCiH-Services, ausfüllen. Den Rollen werden mögliche Akteurs-Ausprägungen zugeordnet.
- Servicebausteine eines SPaCiHs
  Im SPaCiH-Konzept werden die Rollenattribute zu den sogenannten SPaCiH-Services zusammengefasst. Die Services werden sachlogisch gegliedert zu sogenannten Service-Ebenen, denen jeweils Service-Bausteine zugeordnet sind.
- Organisationsstruktur
  Eine Organisationsstruktur kann auf verschiedene Arten organisiert werden, abhängig von den Zielen und Bedürfnissen der Organisation. Die Rollen innerhalb einer Organisationsstruktur können auf verschiedene Weise strukturiert und den Organisationseinheiten zugeordnet sein.

2.4.3 Akteure und Rollen am SPaCiH-Standort (Knoten)

SPaCiH-Standorte sind nachhaltige Industrie- oder Gewerbeparks. Diese weisen trotz anforderungs- und branchenspezifischer Besonderheiten eine gemeinsame Grundstruktur auf (vgl. Abbildung 2-13). Sie bildet die Basis für ein SPaCiH und zeigt sich auch bei den im SPaCiH-Projekt beteiligten Pilotpartnern, den Delta-Port Häfen in Wesel und dem Stadthafen Krefeld. Als standortbezogene Rollen können Betreiber (Betreibergesellschaft), Entwickler (Entwicklungsgesellschaft), Standortfirmen (Anrainer), Support-Dienstleister, Eigentümer der Infrastruktur und Eigentümer der Assets unterschieden

werden.[57] Aus finanzieller Perspektive kommt die Rolle des Investors hinzu. Dabei ist zu beachten, dass jede Rolle von einer oder mehreren Organisationen (Akteuren) ausgefüllt werden kann. Diese Organisationen können Abteilungen oder rechtlich eigenständige Unternehmen sein.[58] Im SPaCiH Konzept wird der Ansatz des Business Ecosystems verfolgt, sodass einzelne Rollen auch durch Kooperationen umgesetzt werden können (vgl. Kapitel 2.5).

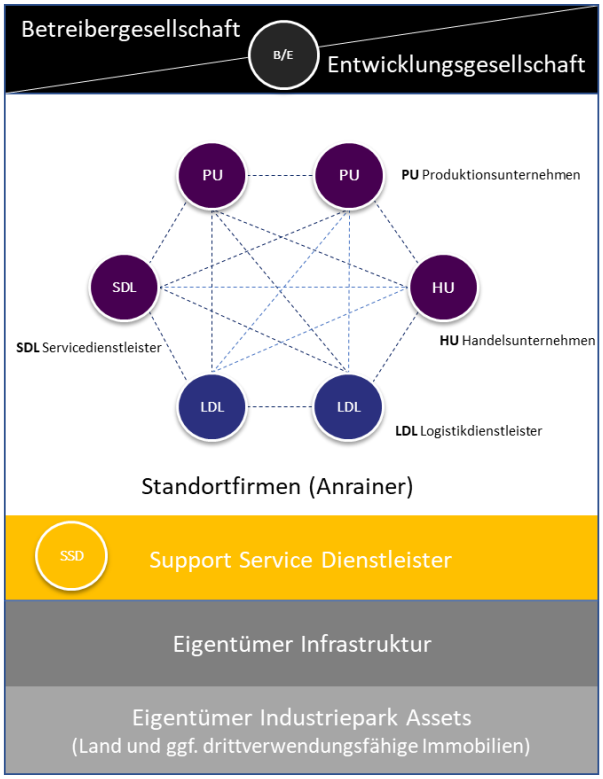


Abbildung 2-13: Grundstruktur eines SPaCiH-Gewerbe- bzw. Industrieparks in Bezug auf Rollen und Akteure

Der Leistungsumfang des **Betreibers** differiert, wobei er grundsätzlich Managementservices für den Standort und ggf. Supportservices erbringt. Im Kern sind dies z.B. die langfristige wirtschaftliche Ausrichtung des Standortes sowie die Entwicklungsplanung, beispielsweise der Landnutzung. Entwicklungsleistungen fallen sowohl in der Gründungsphase als auch in der Betriebsphase des Parks an. In der Gründungsphase nimmt der Betreiber häufig die Investorenrolle für Gebäude und Infrastruktur wahr. Ausgerichtet an die Anforderungen potenzieller Standortfirmen oder spezifischer Branchen (z.B. Logistik) wird die Infrastruktur von Gebäuden und Versorgungstechnik gemeinsam entwickelt.[59] In der Betriebsphase geht es um die kontinuierliche Anpassung an neue Rahmenbedingungen (Einbindung neuer Standortfirmen, Rechtsrahmen etc.) und Verbesserung. Der Betreiber stellt somit i.d.R. die Infrastruktur des Parks. Das Spektrum der bereitgestellten Infrastruktur reicht von der Verpachtung (Landlord-Modell) oder dem Verkauf von Flächen bis hin zur Bereitstellung komplexer Infrastruktur inkl. damit verbundener Supportservices (vgl. Kapitel 2.4.6 und 2.4.7.4). Der Projektpartner DeltaPort Häfen verfolgt das Modell des Landlord-Hafens. Hierbei fungiert die in öffentlich-rechtlicher Regie geführte Hafenverwaltung (Betreibergesellschaft) als Eigentümer der Hafenflächen und der Infrastruktur, während Hafendienste (speziell der Güterumschlag) an Logistikdienstleister abgegeben werden. Diese, sowie die übrigen Anrainer (mögliche Ausprägungen

[57] Vgl. (Schwerzmann, 2004, S. 81-93), der diese Rollen mit Ausnahme des Entwicklers und Support Dienstleisters auch für Chemieparks ableitet.
[58] Vgl. (Schwerzmann, 2004).
[59] Vgl. (Fraunhofer IPA, 2020).

s.u.), pachten die Infrastrukturen. Die Anrainer stellen und betreiben ihre eigene Suprastruktur einschließlich der Gebäude und installieren ihr eigenes Equipment, dem Betriebszweck entsprechend. Die Hafenarbeiter werden von privaten Terminaloperateuren beschäftigt, auch wenn in einigen Häfen Arbeitskräfte durch hafenweite Pool-Systeme gestellt werden.

Im Kontext der Betreibergesellschaft findet sich auch der Begriff der **Entwicklungsgesellschaft**[60], z.B. im Automotive Supplier Park[61] oder dem GVZ Bremen. Während im GVZ Bremen die Entwicklungsgesellschaft der Rolle der Betreibergesellschaft entspricht, sind dies im Automotive Supplier Park getrennte Rollen. Grundsätzlich wird mit der Rolle des Entwicklers die Perspektive der Synergieschöpfung, der kontinuierlichen Verbesserung und Innovation betont. Für das SPaCiH-Konzept eröffnet die separierte Rolle des Entwicklers eine interessante Option der organisatorischen Ausgestaltung, da in diesem Bereich wesentliche Teil des SPaCiH-Serviceportfolios liegen und mit dem Business- und Innovation Ecosystem kooperative Ansätze unter Nutzung einer Kooperationsplattform angestrebt werden (vgl. Kapitel 2.5).

Support Service Dienstleister erbringen Supportservices, die sich dadurch auszeichnen, dass es zentrale Dienstleistungen sind, die i.d.R. auf der Infrastruktur aufsetzen und allen Standortfirmen (Anrainern) zur Verfügung stehen (vgl. Kapitel 2.4.6 und 2.4.7.4). Supportservices können auch vom Betreiber übernommen werden, wie dies häufig in Chemieparks zu finden ist. Wie das Beispiel Delta Port sowie Lieferantenparks in der Automobilindustrie zeigen, können die Supportservices auch als eigene Rolle definiert werden.

Standortfirmen (Anrainer) sind die Erbringer der Wertschöpfung. Dies können Produktions (PU)-, Handels (HU)- und Dienstleistungsunternehmen sein. Letztere sind vornehmlich Logistikdienstleister (LDL) und Service-Dienstleister (SDL), die sich von der Rolle des Support Service Dienstleisters (SSD) dadurch unterscheiden, dass sie spezifische Leistungen für einzelne Standortfirmen erbringen und ggf. sogar ausschließlich für externe Dritte tätig sind. Es sind rechtlich und wirtschaftlich selbständige Unternehmen, die im Park angesiedelt sind. Ihnen obliegt jeweils die Steuerung ihrer über den Park abgewickelten Supply Chains. Zwischen den Standortfirmen können Leistungsverflechtungen bestehen. Diese bilden die Grundlage zur Schöpfung von Synergien. Im Sinne des SPaCiH-Konzeptes wären die Anrainer idealerweise danach auszuwählen, dass sie den Leitlinien „aus der Region für die Region“ und „Schaffung geschlossener Kreisläufe (Circular Economy)“ entsprechen. Zudem sollen deren Leistungsverflechtungen eine industrielle Symbiose ermöglichen.

In der Automobilindustrie hat beispielsweise der OEM (*Original Equipment Manufacture)* eine zentrale, steuernde Funktion in dem Verbund der Standortfirmen eines Lieferentenparks. Bei Chemieparks wird auch vom Major User gesprochen, wenn der Erfolg der Betreibergesellschaft maßgeblich von einem dominanten Standortunternehmen abhängt. Darüber hinaus ist der Major User häufig über Kapitalbeteiligungen direkt mit der Betreibergesellschaft assoziiert.[62] Eine solche Rolle wird in strategischen Netzwerken von sogenannten **fokalen Unternehmen** (FKU) erbracht. Im SPaCiH-Konzept soll damit allgemein ein Akteur bezeichnet werden, der eine herausgehobene, steuernde Funktion im SPaCiH bzw. SPaCiH-Netzwerk innehat. Das fokale Unternehmen muss nicht am SPaCiH-Standort angesiedelt sein, es kann auch ein dominanter Kunde sein (z.B. ein OEM).

[60] Der Begriff Entwicklungsgesellschaft wird häufig für eine Gesellschaft genutzt, die die Gründungsphase eines Parks verantwortet und in der Betriebsphase in die Betreibergesellschaft übergehen kann. Hier wird mit Entwicklungsgesellschaft ein Akteur bezeichnet, der für die kontinuierliche Verbesserung und Weiterentwicklung des Parks verantwortlich ist.

[61] Vgl. (Handelszeitung, 2023).

[62] Vgl. (Wildemann, 2013).

Die Rolle des **Eigentümers** wird in den Industrieparks häufig durch unterschiedliche Akteure abgedeckt. Daher wird die Rolle in zwei Teile geteilt:[63]

- Eigentümer/ Besitzer des Betreibers der Dienstleistungen und der Infrastruktureinrichtungen
- Eigentümer/ Besitzer der Industriepark Assets (Land und ggf. drittverwendungsfähige Immobilien)

Investor: Die Finanzierung des Lieferantenparks wird durch den Investor übernommen. Da dies häufig die Eigentümer sind, werden diese in der folgenden Zuordnung der Akteure zu den Rollen über die Kategorie Investor abgebildet (vgl. Tabelle 2-1).

Die aufgezeigten Rollen können je nach den spezifischen Anforderungen eines SPaCiHs durch unterschiedliche Akteure ausgefüllt werden. Die für eine SPaCiH Konfiguration relevanten Ausprägungsoptionen veranschaulicht die Morphologie in Tabelle 2-1.

Akteursausprägung/ Rolle		1	2	3	4	5
Betreibergesellschaft *	und/ oder	Öffentliche Hand bzw. Tochterunternehmen	Fokales Unternehmen	Standortfirma (Anrainer)	Externer Investor	kein übergeordneter Betreiber
Entwicklungsgesellschaft	oder	Betreibergesellschaft	Entwicklungsdienstleister	Anrainer-Kooperation		
Standortfirmen (Anrainer)	und/ oder	Produzent	Handelsunternehmen	Logistikdienstleister	Servicedienstleister	
Support-Service Dienstleister	und/ oder	Betreibergesellschaft	Infrastrukturgesellschaft	Logistikdienstleister	Servicedienstleister	Major User oder FKU
Fokales Unternehmen (FKU)	oder	OEM (allg. dominierender Großkunde)	Produzent	Handelsunternehmen	Logistikdienstleister	Servicedienstleister
Investor *	und/ oder	Öffentliche Hand (z.B. Stadt, Land, Bund)	Public Private Partnership	Fokales Unternehmen	Standortfirma (Anrainer)	Privatwirtschaftliche Institution (z.B. Bank)

Tabelle 2-1: Optionen zur Zuordnung von Rollen zu Akteuren (Inhaber der Rolle)[64]

Der **Betreiber** ist für den Erfolg eines SPaCiHs von hoher Bedeutung. „Nur ein intelligentes und auf die spezifische Situation angepasstes Betreibermodell schöpft alle […] vorhandenen Potenziale aus und prägt den Unterschied zum Betrieb eines »normalen« Industriegeländes.“[65] Aufgrund der direkten Abhängigkeit zwischen Investoren und Betreiber muss das Thema grundsätzlich als Ganzes gesehen werden.[66] Ausprägungsformen der Zuordnung von Akteuren zur Rolle des Betreibers sind:[67]

- **Öffentliche Hand oder ein Tochterunternehmen:** Die öffentliche Hand nimmt die Rolle des Betreibers ein. Diese Rolle steht in der Regel in direktem Zusammenhang mit einer Investition der öffentlichen Hand auf Basis einer Wirtschaftsförderung bzw. Infrastrukturentwicklung.

63 Vgl. (Schwerzmann, 2004).
64 * In Anlehnung an (Fraunhofer IPA, 2005).
65 Vgl. (Fraunhofer IPA, 2005).
66 Vgl. (Fraunhofer IPA, 2005) und (Schwerzmann, 2004, S. 81-93), der die Rolle Eigentümer des Betreibers und der Infrastruktureinrichtungen in Chemieparks herausstellt.
67 Vgl. (Fraunhofer IPA, 2005).

- **Fokales Unternehmen: Ein FKU** ist Betreiber des Parks. In der Praxis tritt dieser Fall oftmals verbunden mit einer Finanzierung auf dem eigenen Werksgelände ein.
- **Standortfirmen:** Einer der Anrainer übernimmt die Aufgaben des Betreibers als Dienstleistung. Praxisbeispiele zeigen bei logistischen oder nicht-logistischen Dienstleistern, dass diese Ausprägungsform in Zusammenhang mit einer privatwirtschaftlichen Investition, aber auch mit einer öffentlichen Finanzierung stehen kann. Auch hier könnte die Bereitstellung des eignen Werksgeländes für Dritte der Anlass sein.
- **Externer Investor:** Dieser übernimmt die Rolle des Betreibers, wird somit häufig zum Eigentümer/ Besitzer des Betreibers der Dienstleistungen und der Infrastruktureinrichtungen[68]
- **Kein übergeordneter Betreiber:** Mit der Rolle verbundene Aufgaben können auch auf mehrere Akteure verteilt werden, sodass ein Konsortium kooperativ den Betrieb des Parks wahrnimmt. Im SPaCiH-Konzept würde dies durch die in Kapitel 0 aufgezeigte Kooperationsplattform unterstützt.

Als Betreiber kommen auch Gemeinschaftsunternehmen, d.h. Kombinationen der benannten Akteure, in Frage (s.u. bei der Rolle des Investors).

Entwicklungsgesellschaft: Zumeist ist diese Gesellschaft identisch mit dem Betreiber, womit diese Rolle nicht als separate Instanz existiert. Sie kann aber auch als separate Rolle über einen Entwicklungsdienstleister umgesetzt werden. In einem SPaCiH wäre auch eine Kooperation der Anrainer denkbar, die in loser Form als Arbeitsgemeinschaft, gemeinsame Projekte oder für Daueraufgaben in einem Gemeinschaftsunternehmen organisiert wäre.

Standortfirmen (Anrainer) sind die Erbringer der Wertschöpfung, die bereits oben skizziert wurden. Die Selektion ist an den Bedarfen im SPaCiH-Servicegebiet auszurichten. Dabei kann ein Branchenfokus z.B. auf die Ansiedlungen von Unternehmen der Lebensmittelbranche in einem Foodhub gelegt werden (vgl. Kapitel 0).

Support-Service-Dienstleister: Häufig ist dieser DL identisch mit dem Betreiber. Eine alternative Konstellation ist das Vorhandensein einer separaten Infrastrukturgesellschaft, die auf vertraglicher Basis zentral zu erledigende Aufgaben für die Standortfirmen und die Betreibergesellschaft übernimmt. Infrastrukturgesellschaften sind häufig Anlagenbetreiber und Serviceanbieter. Das Portfolio der möglichen Serviceleistungen ist äußerst vielfältig, so fällt beispielsweise in Chemieparks auch häufig die Werkslogistik darunter. Dies zeigt, dass je nach Anforderung auch am Standort befindliche Logistik- und Service-Dienstleister die Rolle ganz oder in Teilen erfüllen können. In manchen Industrieparks übernimmt eine der Standortfirmen als Major User auch die Funktion der Infrastrukturgesellschaft.

Fokales Unternehmen (FKU) Die erste Ausprägung soll deutlich machen, dass es ein außerhalb des Parks gelegenes Unternehmen geben kann, das steuernde Funktionen auf den Verbund der Standortfirmen ausübt. Dies ist die typische Konstellation eines auf einen OEM ausgerichteten Lieferantenpark. Gemäß dem Major User Modell können auch dominante Standortfirmen diese Rolle einnehmen. Dies kann grundsätzlich auf alle Anrainer zutreffen.

Für die Rolle des **Investors** sind folgende Ausprägungsformen einer Akteurs-Zuordnung, sogenannte Investitionsmodelle, zu unterscheiden:[69]

- **Öffentliche Hand**: Finanzierung durch Stadt, Land, Bund etc. Die Argumentation hierfür bilden in aller Regel Programme aus den Bereichen Wirtschaftsförderung, Infrastrukturentwicklung oder Standortsicherung.

[68] Vgl. (Schwerzmann, 2004).
[69] Vgl. (Fraunhofer IPA, 2005).

- **Öffentliche und privatwirtschaftlichen Investoren:** Gemeinsame Realisierung von Parks auf Basis eines Public Private Partnership (PPP)-Modells. Dieses Modell kann beliebige Kombinationen zwischen der 1. und den Ausprägungen 3 bis 5 (s. Tabelle 2-1) enthalten. Hier ist auch das SPaCiH-Ecosystem relevant, in dem Akteure zur Umsetzung des SPaCiH-Wertversprechens kooperieren.
- **Fokales Unternehmen (FKU):** Befindet der Park sich auf dem Werksgelände des FKU, so tritt dieses oftmals selbst als Investor auf. In diesem Fall wird die Gebäudeinfrastruktur als Teil der gesamthaften Werksstruktur gesehen und der Integrationsgrad in diesem Bereich ist entsprechend hoch.
- **Standortfirma:** Die Finanzierung erfolgt durch die Anrainer selbst. Jede Firma investiert in ihr Gebäude und die dazu notwendige Fläche und Infrastruktur. Durch Ansiedlung der verschiedenen Standortfirmen in räumlicher Nähe entsteht ein Park. Im SPaCiH-Konzept könnte der Ansatz des Business Ecosystems den notwendigen organisatorischen Rahmen bilden.
- **Privatwirtschaftliche Institution:** Die Rolle des Investors wird beispielsweise von einer Bank oder Immobiliengesellschaft übernommen.

Für SPaCiH-Greenfield-Standorte sind alle Investitionsmodelle grundsätzlich möglich. Besonders relevant erscheint ein PPP-Investorenmodell zwischen Städten und Land unter Einbezug des SPaCiH-Business Ecosystems oder eines Major Users. Folgende Gründe sprechen allerdings dagegen: erheblicher Investitionsbedarf, Flächenknappheit in NRW, Notwendigkeit einer mindestens bimodalen Anbindung, die enge Verzahnung mit Ballungsräumen und die nötige Einbindung in das NRW-SPaCiH-Netzwerk. Wie in Kapitel 3.2 aufgezeigt, ist zu erwarten, dass die Umsetzung von SPaCiHs hauptsächlich an Brownfield-Standorten erfolgen würde. Folglich ginge es zumeist um Erweiterungsinvestitionen im Bestand. In diesen Fällen wäre, im Gegensatz zu Greenfield-Standorten, die aufgezeigte Grundstruktur bereits existent.

2.4.4 Akteure und Rollen im SPaCiH Netzwerk

Industrie- und Gewerbeparks sind stets in logistische Netzwerke eingebunden. Es gibt aber zumeist keine Instanz, die aus einer übergeordneten Perspektive systematisch nach Synergien im Netzwerk sucht. Abweichend sieht dies aus, wenn mehrere Standorte in einer Hand sind, wie beispielsweise in der Chemieindustrie bei Currenta[70] oder in der Automobilindustrie bei OEMs, die ihre Produktionsnetze optimieren. Hier kann dies über eine hierarchische Koordination des Synergiemanagements erfolgen. Bei den aktuell 35 rechtlich unabhängigen Güterverkehrszentren liegt eine andere Situation vor; eine hierarchische Koordination ist nicht gegeben. Stattdessen wird ein kooperativer Ansatz verfolgt, der durch eine übergeordnete Dachgesellschaft, die Deutsche GVZ-Gesellschaft mbH (DGG), formalisiert ist. Die historische Entwicklung im Bereich der Güterverkehrszentren, aber auch Studien zu Industrieparks[71], lassen eine große Gemeinsamkeit erfolgreicher Unternehmenskooperationen erkennen: Eine Instanz, die aus übergeordneter Sicht eine Entwicklungsperspektive und Moderatorenrolle einnimmt. Entsprechend verfolgt die Deutsche GVZ-Gesellschaft mbH (DGG) folgende Ziele zur Vernetzung logistischer Strukturen[72]:

- Mit dem Begriff „Güterverkehrszentren“ verbindet sich nicht allein die Zielstellung der Verkehrsentlastung, -vermeidung und -verlagerung, sondern auch die Angleichung der Infra- und Suprastruktur an die künftigen Anforderungen des Logistikmarktes.
- Der Gesamtnutzen eines einzelnen GVZ kann nicht bedingt isoliert betrachtet werden, sondern erhöht sich mit der Anzahl weiterer GVZ-Standorte, die auf verschiedenen Ebenen miteinander kooperieren.

[70] Vgl. (Currenta, 2023).
[71] Vgl. (Fraunhofer IPA, 2005).
[72] Vgl. (GVZ, 2023).

– Der überregionale Verbund von GVZ fördert effiziente Wirtschafts- und Transportkreisläufe und festigt somit die Wettbewerbsfähigkeit der beteiligten Unternehmen.

Diese Ziele treffen auch auf das SPaCiH-Konzept voll zu. Nicht zuletzt wegen der strategischen Leitlinie „Aktivierung von Synergiepotenzialen“ ist die **Rolle** einer **„SPaCiH-Netzwerkorganisation“** unerlässlich.[73] Die alternativen Formen der Umsetzung sowie die Zuordnung möglicher Akteure wird im Kapitel Organisation beschrieben.

2.4.5 Servicestruktur eines Smart Parks

Die zuvor aufgezeigten Rollen spezifizieren in Bezug auf die Attribute Aufgaben, Befugnisse und Verantwortungen weiter. Im SPaCiH-Konzept erfolgt dies über Zuordnung von Serviceleistungen, die über die Rollen im SPaCiH bereitgestellt werden. Zu deren Systematisierung lassen sich anhand der Grundstruktur eines Gewerbe- bzw. Industrieparks die in Abbildung 2-14 aufgezeigten SPaCiH Service-Ebenen ableiten. Diese stellen die oberste Gliederungsebene der Servicestruktur dar.

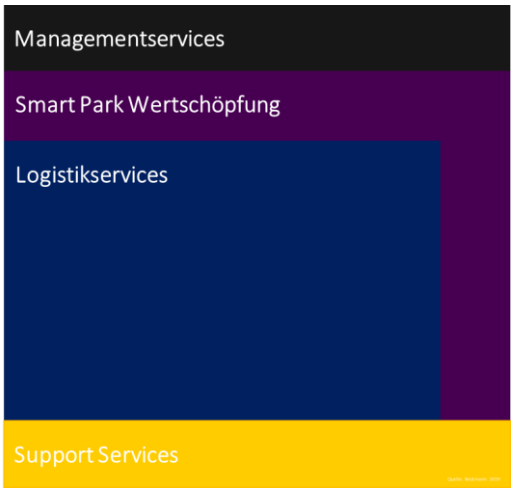


Abbildung 2-14: Ebenen der SPaCiH-Servicestruktur[74]

Der Begriff der Wertschöpfung kann aus unterschiedlichen Perspektiven definiert werden.[75] Im SPaCiH-Konzept bezieht er sich auf den Prozess, durch den Unternehmen über die nachhaltige Produktion von Gütern und/ oder die Bereitstellung von Dienstleistungen einen Mehrwert für ihre Kunden und im weiteren Sinne auch für die Gesellschaft erzeugen (vgl. Nachhaltigkeitsziele). Nach dieser Definition sind alle Service-Ebenen grundsätzlich wertschöpfend, adressieren jedoch im Kern jeweils unterschiedliche Kundengruppen. So sind die Kunden der **Management- und Supportservices** in erster Linie die Akteure des Business Ecosystems, insbesondere die Standortfirmen (Anrainer) im SPaCiH.[76] Während die Ebenen **Smart Park-Wertschöpfung** und **Logistikservices** primär auf die nachhaltig zu ver- und entsorgenden Endkunden ausgerichtet sind.[77] Dies ist der zentrale Zweck des SPaCiH-Konzeptes, weshalb hier explizit von Wertschöpfung gesprochen wird. Die Ebene **Smart Park-Wertschöpfung** deckt alle Services zur nachhaltigen Produktion von Gütern und Dienstleistungen zur Umsetzung des SPaCiH-Zweckes ab. Ein Teil davon sind die **Logistikservices**, die aufgrund der herausragenden Bedeutung zur Erfüllung des

[73] Dies entspricht den in der Logistik definierten Lenkungsebenen (vgl. (Beckmann, 2004).
[74] Vgl. (Beckmann, 2022a) und (Beckmann & Ries, 2023).
[75] Siehe dazu z.B. (Ulrich & Baltzer, 2019).
[76] Die Endkunden können ebenfalls Teil des Business Ecosystems sein, sind aber nicht die primären Kunden der benannten Servcieebene.
[77] Sekundär sind Leistungsverflechtungen innerhalb des Business Ecosystems auch die Anrainer sind Kunden (Industrielle Symbiose).

SPaCiH-Zweckes explizit hervorgehoben werden. Um die Logistik als Teil der Wertschöpfung deutlich zu machen, wurde in Abbildung 2-14 die graphische Aufbereitung so gewählt, dass die Ebene **Smart Park-Wertschöpfung** die der **Logistikservices** umschließt.

Zur weiteren Spezifizierung der Service-Ebenen werden diesen im Folgenden Servicebausteine zugeordnet (Gliederungsebene 2), die wiederum mehrere Serviceelemente umfassen (Gliederungsebene 3). Die Services werden zu Servicekatalogen zusammengefasst, welche in Basis- und SPaCiH-Services unterteilt sind.

2.4.6 Basisservices

Die Basis-Services (Tabelle 2-2 und Tabelle 2-4) wurden aus bestehenden Industrie- und Gewerbeparkkonzepten abgeleitet, wobei es sich dabei um grundlegende Services für den Betrieb eines Parks als zweckorientierte, handlungsfähige Ganzheit handelt. Das bedeutet, dass auch SPaCiHs notwendigerweise auf diesen Services basieren. Es ist zu beachten, dass die Servicekataloge eine Sammlung der in der Praxis identifizierten Services darstellen. Ein konkreter Standort muss daher aus diesen Servicebausteinen anforderungsgerecht konfiguriert werden. SPaCiH-Services sind aus der Zielsetzung abgeleitete, ergänzende Services, die zur Umsetzung des SPaCiH-Konzeptes notwendig sind.

Managementservices (Basisservices)	
Allgemeines	– Bildung einer Dachmarke – Öffentlichkeitsarbeit und Vermarktung des Parks (z.B. durch Vorträge auf Konferenzen und Messeständen) – Lobbyarbeit – Akquisition von Anrainern (Festlegung der Aufnahmekriterien, Vorauswahl von Partnern, Vertragsangebot und -verhandlung etc.) – Identifikation von potenziellen Dienstleistungsangeboten für den Park – Definition des Dienstleistungsangebots und der Preisgestaltung – Grobauswahl potenzieller Partner – Management der Dienstleistungserbringer (Budgetierung, Kostenverfolgung, Buchhaltung, Verwaltung, Vertragsmanagement) – Sicherstellung einer hohen Servicequalität – Zentrale Kommunikationsschnittstelle für alle ansässigen Anrainer – Dienstleistungsbereitstellung (Angebot, Abrechnung, Auflösung)
Marketingaufgaben	– Rechtsbetreuung – Auflagenmanagement – Zertifizierungs- und Genehmigungsmanagement – Auditunterstützung
Dienstleistungsmanagement	– Service des Property Managements (Verwaltungsdienstleistungen, Buchhaltung, Besprechungs-/ Videokonferenzräume, Erholungsräume/ Fitnessstudios, Post-/ Kurierservice, Copyshop, Bankautomat etc.) – Vertrauensbildung (z.B. durch Social Events, Förderung persönlicher Kontakte zwischen Anrainern in Workshops) – Konfliktmanagement (z.B. durch gezielte Moderation bei auftretenden Konflikten) Informationsmanagement (z.B. Aufbau eines Intranets, Informationsdienst über Änderungen von Regularien) – Wissensmanagement (z.B. Organisation und Durchführung von Workshops zum Erfahrungs- und Wissensaustausch) – Entwicklung und Durchsetzung von Regeln der Zusammenarbeit (z.B. laufende gemeinsame Weiterentwicklung der Regeln, Definition von Abläufen im Park, Schulung der Regeln bzw. des Park-Konzeptes) – Projektmanagement, Management-Beratung, Fabrikplanungsleistungen – Anbahnungsunterstützung für Forschungsprojekte
Personaldienstleistungen	– Recruiting, Personalagentur – Personalmanagement-Dienstleistungen – Arbeitskräftepool (z.B. Leiharbeiter) – Schulungsangebot vor Ort (überbetrieblich), Personalentwicklung, Führungskräfteentwicklung

Managementservices (Basisservices)	
	– Zentrales Training Center – Outplacement-Service
Know-how-Services	– Technische Instandhaltung – F&E-Kooperationen – Engineering – Analytik-Services – Bauüberwachung – Anlagenbetreuung – Zentraler Einkauf und Vertrieb (C-Teile-Management, Rohstoffe, Maschinen, Kontaktvermittlung) – Zentrale Aus- und Weiterbildung
Property-Management	– Mieterbetreuung, Dienstleisterbetreuung – Buchhaltung – Verwaltungsdienstleistung – Vertragsangebot und Vertragsverhandlung – Vorbeugende Instandhaltung – Vermietung und Verwaltung von Immobilien – Überwachung von Wartungs- und Reparaturarbeiten sowie Mieteinnahmen und -ausgaben – Verwaltung von Gemeinschaftseinrichtungen

Tabelle 2-2: Basis Managementservices [78]

Logistikservices (Basisservices)		
Value Added Services		– Verzollung – Etikettieren – Abfüllen – Zuschneiden und Ablängen – Montagearbeiten – Reparaturdienste – Displayherstellung – Leergutdienste
Lagerung	*operativ*	– Einlagern
	administrativ	– Puffern und Lagern – Qualitätsprüfung – Auslagern – Kommissionieren – Auftragszusammenführung – Verpacken und Etikettieren – Verdichten von Ladungen – Sequenzieren – Konsolidieren – Be- und Entladen – Auftragsbearbeitung – Bestandsführung und Nachschubdisposition – Lagerplatzverwaltung
Transport	*operativ*	– Sammeltransport
	administrativ	– Verteiltransport – Abholen und Zustellen – Verteil- und Sammelfahrt – Einsatzdisposition von Fahrern und Transportmitteln – Tourenplanung, Fahrwegeoptimierung – Transportverfolgung und Sendungsinformation
Cross-Docking		– Einstufig – Zweistufig
Umschlag	*operativ*	– Aus- und Entladen – Umladen

[78] Vgl. (Schmitz, 2009) und dort angegebene Literatur sowie (Wildemann, 2013) und eigene Erweiterung.

Logistikservices (Basisservices)		
		– Auflösen und Bilden von Ladeeinheiten – Sortieren – Neutralisieren – Be- und Verladen – Pack- und Stauraumoptimierung – Rampenmanagement
	administrativ	

Tabelle 2-3: Basis Logistik-Services[79]

Supportservices (Basisservices)	
Logistik	– Auftragsabwicklung – Administration (z.B. Zoll) – Gefahrgütertransport – Gefahrstofflagerung – Werksverkehr
Site Operations	– Werkstatt – Autovermietung, Spezialfahrzeugbereitstellung – Waschstraße – Arbeitssicherheit – Werksschutz, Sicherheitsdienst – Winterdienst – Kantine und Verpflegung (Catering-Service) – Lebensmittelmarkt, Kiosk – Kindergarten – Medizinische Versorgung – IT-Services (Telefon, Rechenzentrum (gemeinsamer Server), Gemeinsame Netzinfrastruktur (Router etc.), Internetanbindung, Intranet, Wartung/ Management der Hardware und Software, Helpdesk) – Notfall- und Krisenmanagement – Werksfeuerwehr – Werksärztliche Dienste – Facility Management – Wartung/ Instandhaltung von Maschinen und mechanischen Einrichtungen
Ver- und Entsorgung	– Primärenergieversorgung – Medienversorgung (Strom, Dampf, Kälte, technische Gase, Wasser, Druckluft, Belüftung, Klimaanlage, …) – Abfallentsorgung, Sonderabfallentsorgung – Abwasserreinigung – Kuppelprodukte
Basisinfrastruktur	– Flächenmanagement (Frei- und Grünflächen) – Parkplätze, Parkhaus, Lkw-Wartebereiche – Anschluss an Fernleitungen & Rohrnetze – Anschluss an Straßen-/ Schienennetze, Flughafen – Anschluss an Gewässer (Kanal/ Fluss/ Meer)

Tabelle 2-4: Basis Support Services[80]

2.4.7 SPaCiH-Services

Die ergänzenden SPaCiH Services leiten sich im Wesentlichen aus den zuvor aufgezeigten Basiskonzepten des Smart Park-Konzeptes und den strategischen Leitlinien des Projektes ab.

[79] Vgl. (Gudehus, 2012) und eigene Erweiterung.

[80] Vgl. (Schmitz, 2009) und dort angegebene Literatur sowie (Wildemann, Chemieparks als Service- und Kompetenzcenter, 2013) und eigene Erweiterung.

2.4.7.1 Managementservices

Managementservices werden orientiert an der Managementdefinition nach Hans Ulrich[81] und anhand der Kernfunktionen des Managements weiter in Gestaltung, Lenkung und Entwicklung gegliedert:[82]

- **Gestaltung** bedeutet, eine Institution (SPaCiH-Knoten u. -Netzwerk) zu schaffen und als zweckgerichtete, handlungsfähige Ganzheit aufrechtzuerhalten. Auf diese Weise wird ein institutioneller Rahmen geschaffen, der es einem System ermöglicht, über seine Zweckerfüllung überlebens- und entwicklungsfähig zu bleiben.
- **Lenkung** bezeichnet das Bestimmen von Zielen und das Festlegen, Auslösen und Kontrollieren zielgerichteter Aktivitäten des Systems bzw. seiner Komponenten und Elemente. Gestaltung und Lenkung der SPaCiH-Knoten und des SPaCiH-Netzwerkes lassen sich dabei „als Aktivitäten im Rahmen eines langfristigen und nie vollendeten Entwicklungsprozesses“[83] auffassen.
- **Entwicklung** meint die kontinuierliche Weiterentwicklung der SPaCiH-Knoten und des SPaCiH-Netzwerkes im Sinne ständiger Verbesserung und qualitativen Lernens.

SPaCiH-Managementservices	
Nachhaltigkeitsservices	– Entwicklung Nachhaltigkeitsstrategie (Kapitel 3.1) – Planung und Realisierung Nachhaltigkeitsmaßnahmen – Nachhaltigkeitscontrolling – Nachhaltigkeitsberichterstattung
Planung Logistiknetz[84]	– Strategieplanung (Kapitel 3.1) – Strukturplanung/ Netzwerkdesign (Kapitel 3.2) – Systemplanung (Kapitel 3.2) – Realisierungsplanung – Netzwerkkoordination – Netzwerkentwicklung
Kooperationsmanagement	– Anbahnung von Kooperationen – Ableitung strategischer Kooperationspotenziale – Entwicklung und Konfiguration – Realisierung und Betrieb – Kooperationscontrolling und Weiterentwicklung
Business Ecosystem[85]	– Marktbeobachtung/ Radar und Frühwarnfunktion – Entwicklung Strategie und neue Geschäftsmodelle – Partner Scouting – Synergiemanagement für Innovationsvorhaben – Konfiguration Business Ecosystem (BE) – Koordination/ Moderation des BE – Kompetenz-, Knowledge- und Ressourcenmanagement – Controlling Performance des BE – Re-Konfiguration des BE – Marketing/ Proliferation des SPaCiH-Konzeptes, Erweiterung BE
Innovations-Ecosystem[86]	– Permanentes Monitoring; Radar und Frühwarnfunktion – Portfolio-Management – Synergiemanagement für Innovationsvorhaben – Entwicklung Innovationsstrategie und neue Geschäftsmodelle – Konfiguration Innovation Ecosystem – Partner Scouting – Lenkung/ Moderation des Innovationsprozesses – Kompetenz-, Knowledge- und Ressourcenmanagement – Innovationscontrolling

[81] Vgl. (Ulrich H. , 1984).
[82] Vgl. (Ulrich H. , 1984).
[83] Vgl. (Ulrich H. , 1984).
[84] Vgl. „Gestaltungsrahmen der Logistik“ in (Beckmann, 2012).
[85] (Beckmann, 2023b).
[86] Vgl. (Beckmann & Ries, 2023).

SPaCiH-Managementservices	
	– Re-Konfiguration des Innovation Ecosystems – Innovationsmarketing
Geschäftsmodellmanagement	– Identifikation Kundenbedürfnisse und -werte – Entwicklung Geschäftsmodell – Umsetzung, Betrieb, Weiterentwicklung
Beziehungsmanagement	– Kooperative Entwicklung und Monitoring von Governance-Leitlinien zur Ausrichtung auf gemeinsame Ziele und Werte – Moderator-Funktion
Knowledgemanagement[87]	– Moderation gemeinsamer Strategie des Wissensmanagements (Wissensziele u. -inhalte) – Organisatorische Integration der Akteure des Business Ecosystems in den Prozess des Wissensmanagements (Regelung Verantwortung und Zugangsrechte) – Content Management – Skill Management – Community Management – Bereitstellung von Methoden und Instrumenten für das Wissensmanagement (Kooperationsplattform Kapitel 0)
Kooperationsplattform	– IT-Plattform als Enabler der Managementservices (Kapitel 0)

Tabelle 2-5: SPaCiH Managementservices

2.4.7.2 SPaCiH-Wertschöpfung

Auf der Ebene Smart Park-Wertschöpfung geht es grundsätzlich um die Ansiedlung von Akteuren, die zur Erreichung der Projektziele und der damit verbundenen Leitlinien (z.B. „aus der Region für die Region“) beitragen. Dazu zählen Produktions-, Dienstleistungs- und Handelsunternehmen. Das Spektrum möglicher Wertschöpfungsaktivitäten ist vielfältig und unterliegt einer ständigen Weiterentwicklung. Daher soll der Servicekatalog grundsätzlich offengehalten werden. Dennoch wurden zur Erreichung des Projektzieles wichtige Wertschöpfungsservices in vier sogenannten Use-Cases zusammengefasst (Abbildung 2-15). Use-Cases beschreiben komplexe Leistungsbündel, wie z.B. einen Foodhub, die in einem SPaCiH oder verteilt auf Standorte des SPaCiH-Netzwerkes umgesetzt werden können. Unter Circular Economy sind beispielhaft einige Services aufgeführt, die von den genannten Akteuren umgesetzt werden könnten. Die Use-Cases werden aus Services aller Ebenen konfiguriert. Anhand der Farbcodierung ist die Zuordnung der Services zu den Ebenen in Abbildung 2-14: Ebenen der SPaCiH-Servicestruktur ersichtlich.

Abbildung 2-15: Logistikservices und Use-Cases

[87] Eine ausführliche Beschreibung der wesentlichen Bausteine des Wissensmanagements findet sich bei (Büren, Riempp, & Gebert, 2003) und (Probst, Raub, & Romhardt, 2006).

2.4.7.3 SPaCiH Logistikservices

Um die Vielfalt der logistischen Leistungen auf Knoten- und Netzwerkebene abbilden zu können, wurden mit den Basisservices bereits alle wesentlichen Services aufgeführt, die für die Gestaltung der logistischen Prozesse im SPaCiH und der Supply Chains im SPaCiH-Netzwerk unabdingbar sind. Sie bilden die Grundlage, um aus ihnen anforderungsgerechte logistische Leistungsbündel bilden zu können. In der weiteren Betrachtung soll die zentrale logistische Funktion im SPaCiH, die des Hubs, im Vordergrund stehen. In Kapitel 2.3.5 wurden mit den Hub-Typen bereits die Ausprägungen der relevanten Leistungsbündel vorgestellt. Wie dort ausgeführt und in Kapitel 2.4.1 am Beispiel des DeltaPorts beschrieben, können die Hub-Funktionen an einem Standort oder verteilt im SPaCiH-Netzwerk realisiert werden. In der Abbildung 2-16 wurden daher die Hub-Typen in die Service Levels integriert. Darauf aufbauend wurden verschiedene Szenarien für die Anwendung des SPaCiH-Konzeptes an den Pilotstandorten definiert und hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit untersucht. [88] Dazu wurden ausgehend von der Minimalkonfiguration „reiner Umschlaghub“ sukzessive Services der darüber liegenden Ebenen ergänzt. Zur Verdeutlichung wurde die grafische Darstellung so gewählt, dass die jeweils höhere Ebene die darunterliegende umschließt. Kapitel 5 dokumentiert die Ergebnisse der Szenarien-Untersuchung an den Pilotstandorten.

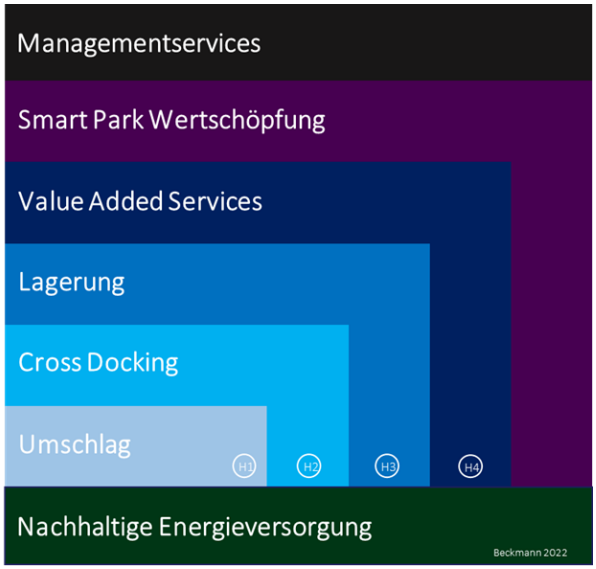


Abbildung 2-16: Erweiterte Servicelevel als Basis der Szenarien-Definition für die Untersuchung der Pilotstandorte[89]

2.4.7.4 Supportservice

Mit den Basisservices wurde bereits ein weites Spektrum möglicher Services vorgestellt. Bei der Konfiguration eines SPaCiHs ist zu beachten, dass je nach den spezifischen Anforderungen einzelne Services nicht zentral[90] über Support Service Dienstleister, sondern auch dezentral über Service Dienstleister (Anrainer) angeboten werden können.

Aus dem Spektrum der Support Services (Tabelle 2-4) ist insbesondere das Thema Energieversorgung für das SPaCiH-Konzept von zentraler Bedeutung. Dies ergibt sich aus dem Ansatz der autonomen Energieversorgung im Smart Park-Konzept[91] und der Tatsache, dass Häfen zukünftig eine zentrale Rolle in der Wasserstoffstrategie einnehmen werden. Dies zeigt sich bereits bei den am Projekt beteiligten

[88] (Beckmann, 2022a).
[89] (Beckmann, 2022a).
[90] D.h. für alle Standortfirmen.
[91] Vgl. (Beckmann, 2017).

Häfen. Das SPaCiH Netzwerk bietet die Infrastruktur zur Umsetzung der Wasserstoffstrategie (siehe H2 Hub in Kapitel 0). Die nachhaltige Energieversorgung bietet somit einen starken Hebel in Richtung der SPaCiH Ziele. Aus diesem Grund wird im Folgenden der Fokus auf die Support Services im Bereich „Nachhaltige Energieversorgung“ gelegt. Die wesentlichen Optionen zu deren Ausgestaltung werden in Kapitel 2.7 erläutert. Um diese Eingrenzung in der weiteren Betrachtung deutlich zu machen, wurde in Abbildung 2-16 anstelle der Support Services die nachhaltige Energieversorgung mit veränderter Farbcodierung eingefügt. Hiermit erfolgt in den Use-Cases eine Zuordnung der Services zu den Service-Ebenen.

2.4.7.5 Servicestruktur eines Smart Park City Hubs (Netzwerk)

Wie in Kapitel 2.4.4 dargestellt, ist die Rolle einer „SPaCiH Netzwerkorganisation “ nicht zuletzt aufgrund der strategischen Leitlinie „Aktivierung von Synergiepotenzialen“ unabdingbar. Zur Ableitung der Basisservices wurden in Tabelle 2-6 die Dienstleistungen der Deutschen GVZ-Gesellschaft mbH (DGG) erfasst. Auch hier geht es um die Vernetzung verteilter Logistikstandorte, Güterverkehrszentren, sodass eine hohe Ähnlichkeit der notwendigen Aufgaben festgestellt werden konnte.

2.4.8 SPaCiH-Managementservices der Netzwerkorganisation

Grundsätzlich ist es Aufgabe dieser Rolle, das SPaCiH Netzwerk aus einer übergeordneten Perspektive zu managen. Dementsprechend können hier bezogen auf das Netzwerk alle Managementservices anfallen, die bereits für das Management der SPaCiH-Knoten beschrieben wurden. Die SPaCiH-Managementservices der Netzwerkorganisation finden sich somit in Tabelle 2-6.

Managementservices SPaCiH-Netzwerkorganisation (Basisservices)	
Forschung und internationale Consultingleistungen	– Standortaufnahme – Marktuntersuchung – Masterplanung – GVZ-Rahmenbedingungen und Management – Vermarktungskonzept – Planung für den Neu- und Ausbau für Logistikanlagen in Deutschland, Europa und Weltweit – Gezielte Kontaktaufnahme mit Unternehmen der Logistikbranche – Erarbeitung von Lösungsansätzen zur Verkehrsverlagerung im KV – Konsultationen/ Abstimmungen mit Verkehrs- und Infrastrukturunternehmen – Erstellung der Unterlagen für Förderanträge für regionale, deutschlandeweite und europäische Förderungen
Benchmarking	– Transportmarktanalyse Straße, Schiene und Wasserstraße inkl. Zielgruppen und Schwachstellen
Intensivierung des Standortmarketings und Harmonisierung von Leistungsstandards	– Erstellung von Marktstudien für potenzielle Güterströme zwischen verschiedenen Regionen

Tabelle 2-6: Managementservices SPaCiH-Netzwerkorganisation (Basisservices nach Deutsche GVZ-Gesellschaft mbH)[92]

[92] Vgl. (GVZ, 2023).

2.5 Organisationsstruktur eines Smart Parks City Hubs

Die SPaCiH-Organisationsstruktur orientiert sich an einer Tensor-Organisation. Diese weist drei organisatorische Gestaltungsdimensionen auf. Dimension I strukturiert die im Netzwerk ablaufenden Prozessabläufe; im Kern sind dies Lieferketten (Supply Chains), aber auch das Einbeziehen von Projekten, wie z.B. Innovationsvorhaben. [93] Dimension II bildet die Managementorganisationen der SPaCiH-Knoten ab und Dimension III die des SPaCiH-Netzwerkes.

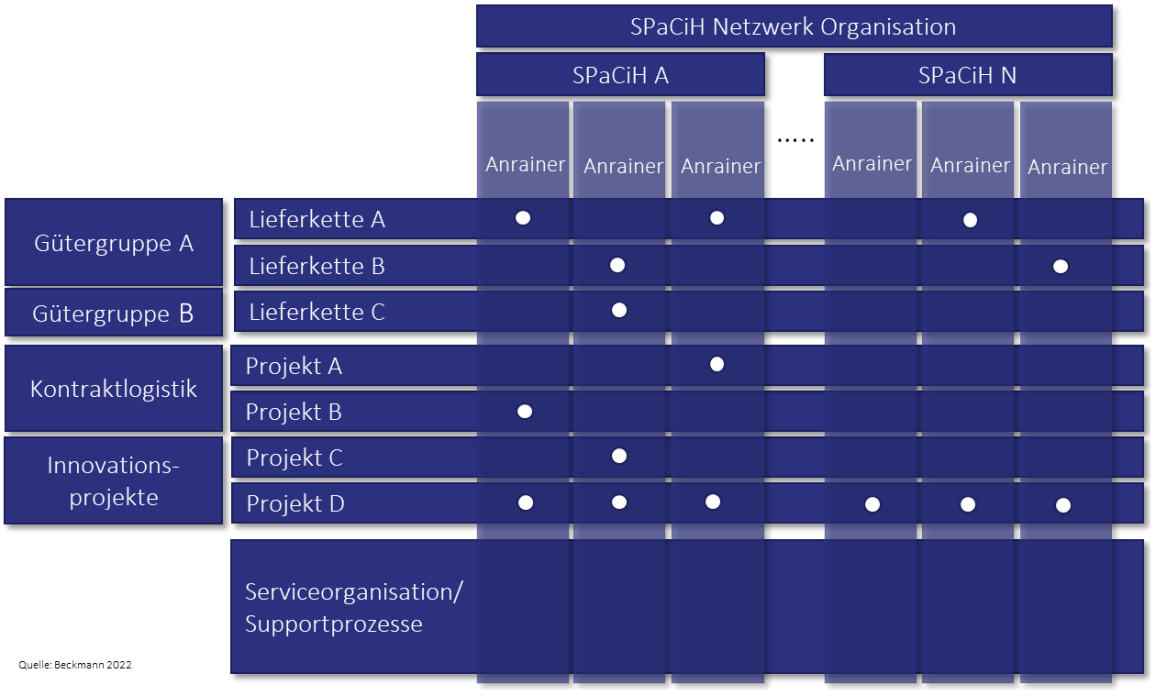


Abbildung 2-17: SPaCiH-Organisationstruktur

2.5.1 Organisations-Dimension I

Die horizontalen Organisationseinheiten sind auf den Kunden ausgerichtet. Die damit verbundenen Prozessketten können nach den folgenden Kriterien gegliedert werden: [94]

- **Güter bzw. Gütergruppen:** Dies könnten im Use-Case Foodhub Lebensmittel aus der Region sein oder die Unterscheidung zwischen Massengut-, Stückgut- und KEP-Geschäft.
- **Märkte und Kundengruppen:** Z.B. Differenzierung zwischen Handel und Endverbraucher.
- **Regionale Einheiten:** Je nach Güteraufkommen könnte das einem SPaCiH zugeordnete Servicegebiet unter dem Gesichtspunkt einer ausbalancierten Auslastung in separate Zonen aufgegliedert werden. Denkbar wäre auch eine Aufteilung nach den in einem Gebiet verfügbaren Verkehrsträgern, z.B. Anbindung per Binnenschiff vs. Bahn.
- **Projekte:** Dies können beispielsweise Innovations- oder auch kundenspezifische Projekte sein, wie sie in der Kontraktlogistik üblich sind.

Zur weiteren Strukturierung sind die horizontalen Organisationseinheiten zu Kategorien zusammengefasst (erste Spalte in Abbildung 2-17). Als Querschnittsfunktion finden sich in Dimension I auch die Prozesse zur Umsetzung der Supportservices, die standortbezogen oder auch -übergreifend ausgeprägt sein können. Über die Organisationseinheiten werden idealerweise die zur Umsetzung des Organisationszweckes notwendigen Prozessketten End-to-end abgedeckt.[95] So sollte der Güterfluss

[93] Vgl. zum Supply Chain Engineering (Beckmann, 2012).
[94] Vgl. (Beckmann, 2012).
[95] Vgl. Prozesskettenmanagement in (Beckmann, 2012).

über alle Akteure der Lieferkette von der Quelle (Versender/ Verlader) bis zur Senke (Endkunde) betrachtet werden. Die Umsetzung der Lieferkette basiert auf einem Netzwerk kooperierender Unternehmen, die sequenziell über den Auftragsfluss miteinander verbunden sind.[96] Damit wird deutlich, dass die beteiligten Akteure i.d.R. nicht ausschließlich an einem SPaCiH-Standort angesiedelt sind.[97] Die Eigenschaften der zugrunde liegenden Kooperation sind verschiedenartig und können durch Konfigurationsmerkmale mit unterschiedlichen Ausprägungen abgebildet werden. Die Koordination der horizontalen Organisationseinheiten soll weitgehend autonom und automatisiert über die Kooperationsplattform (vgl. Kapitel 0) erfolgen. Ziel ist es, den Koordinationsaufwand zu reduzieren und die Serviceziele gegenüber den Kunden unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit durch Synchronisation der Aktivitäten, Nutzung der bestmöglichen Modalität sowie von Bündelungs-, Skalen- und Scope-Effekten sicherzustellen.[98]

2.5.2 Organisations-Dimension II

In der Dimension II ist die in Abbildung 2-13 aufgezeigte Grundstruktur eines Gewerbe- bzw. Industrieparks zu konfigurieren. Der Fokus liegt hier auf der Instanz, der das Management des SPaCiH-Knotens obliegt, z.B. die Konfiguration und Lenkung des standortbezogenen Business Ecosystems. Es geht somit um die Rollen Betreiber- und Entwicklungsgesellschaft.[99] Die Optionen hinsichtlich der Zuordnung der möglichen Rolleninhaber findet sich in Tabelle 2-7. Zunächst ist die Ausgangslage relevant, ob ein Bestandsstandort mit bestehender Organisation in Richtung eines SPaCIHs transformiert werden soll, es sich um eine Neugründung handelt oder die SPaCiH-Knoten-Organisation räumlich unabhängig vom Standort ist. Wie in Kapitel 3.2.5.8.3 ausgeführt, spricht vieles dafür, bestehende intermodale Standorte zur Realisierung von SPaCiHs zu nutzen. Aber auch Erweiterungen im Bestand und neue SPaCiH-Standorte sind notwendig, um eine flächendeckende Versorgung in NRW zu erreichen und die Umschlagskapazitäten zur Verfügung zu stellen, um das Verlagerungspotenzial von der Straße auf die Schiene und/ oder das Binnenschiff voll auszuschöpfen.

SPaCiH-Knoten-organisation (SKO)	Ausprägung			
Kriterien	A	B	C	D
I: Ausgangslage	Nutzung Bestand	Neugründung o. Übernahme	Virtuelle Organisation	
II: Arbeitsteilung	Zentral (Betreiber- und Entwicklungs-gesellschaft)	Dezentral (Betreiber- und Entwicklungs-gesellschaft getrennt)		
III: Instanz	**IA:** Bestehender Betreiber unverändert Ergänzung SKO als Entwickler	**IA:** Bestehender Betreiber wird SKO	**IB:** SKO als Betreiber	**IC:** virtuell, keine übergeordnete Institution
IV: Zentralisierungs-grad	räumlich zentral	räumlich dezentral	dezentral funktionsorientiert	dezentral objektorientiert
V: Weisungsbefugnis	ja	nein	teilweise	
VI: Organisations-ebenen	Primär-organisation	Sekundär-organisation	keine Aufgliederung	
VII: Form der Zusammenarbeit	Teams und Projektgruppen	Arbeits-gemeinschaften	Konsortien	Gemeinschafts-unternehmen

Tabelle 2-7: Konfigurationsoptionen der SPaCiH-Knoten-Organisation (SKO)

[96] Vgl. (Beckmann, 2004).
[97] Ausnahme ist die interne Leistungsverflechtung an einem Standort (Industrielle Symbiose).
[98] Vgl. (Beckmann & Ries, 2020).
[99] Vgl. Tabelle 2-1: Optionen zur Zuordnung von Rollen zu Akteuren (Inhaber der Rolle); die Rolle kann über eine bzw. zwei Instanzen umgesetzt werden.

Arbeitsteilung: Es ist zu beachten, dass die Rollen des Betreibers und des Entwicklers zentral oder dezentral, d.h. auf mehrere Inhaber verteilt, umgesetzt werden können. Daraus ergeben sich die unter Arbeitsteilung aufgeführten Ausprägungen.

Weitere Einflussfaktoren, die eine zusätzliche Dezentralisierung erfordern, können sich aus den in Tabelle 2-8 dargestellten Eigenschaften „Standortteilung und -umfang" des SPaCiH-Standortes ergeben.

Standortkriterien	Ausprägungen			
Standortstatus	Bestand (Brownfield)	neu (Greenfield)	Mix	
Standortteilung	zentral	dezentral räumlich	dezentral funktionsorientiert	dezentral objektorientiert
Standortumfang	monolithisch	Teilsystem		
Standortanbindung	bimodal	trimodal		

Tabelle 2-8: Konfigurationsrelevante Standorteigenschaften und deren Ausprägungen

Standortteilung: Flächen für Gewerbe- und Industriegebiete sind knapp in NRW, insbesondere große zusammenhängende Flächen, die üblicherweise für einen Gewerbe- oder Industriepark erforderlich sind. Dies gilt besonders, wenn die für ein SPaCiH erforderliche Anbindung an mindestens zwei Verkehrsträger realisiert werden soll. Daher kann eine räumliche Aufteilung des SPaCiHs in mehrere Teilgebiete notwendig sein. Wesentliche Kriterien für eine Standortteilung sind:

- **räumlich:** Es existieren eine oder mehrere Flächen, die genutzt werden, ohne dass ein spezifisches Ordnungskriterium für die SPaCiH-Funktionen herangezogen wird. Dies kann z.B. bei der nachträglichen Zusammenlegung bestehender Gewerbe-/ Industriegebiete zu einem SPaCiH der Fall sein.
- **funktional:** Die räumliche Verteilung erfolgt nach SPaCiH-Funktionen, z.B. wenn die Anbindung an Schiene oder Binnenschifffahrt nicht direkt mit der Kernfläche des SPaCiHs verbunden ist. In dem Fall würde die Umschlagsfunktion von den übrigen Funktionen getrennt.
- **objektorientiert:** Eine objektorientierte Gliederung kann nach den vier zuvor aufgezeigten Kriterien zur Bildung horizontaler Organisationseinheiten erfolgen.[100] Ein Beispiel wäre die Versorgung mit Lebensmitteln aus der Region über einen Foodhub, der räumlich vom restlichen SPaCiH getrennt ist.

Bei allen dezentralen Varianten ist zu prüfen, ob für ein effizientes Management der Teil-SPaCiHs zusätzlich dezentrale Organisationseinheiten erforderlich sind.

Standortumfang: Ein Gesamtsystem liegt bei einem exklusiven SPaCiH-Standort vor. Insbesondere bei der Nutzung bestehender Standorte ist zu erwarten, dass nicht der gesamte Bestand der angesiedelten Unternehmen eine Relevanz für das SPaCiH hat. Dies wurde bereits an den Pilotstandorten Rheinhafen Krefeld und DeltaPort Wesel deutlich. Daher ist gerade dann zu erwarten, dass das SpaCiH nur ein Teilsystem des Standortes umfasst, in dem nur die relevanten Akteure in das SpaCiH-Business Ecosystem einbezogen werden. Wenn ein SPaCiH den Charakter eines Teilsystems aufweist, ist tendenziell davon auszugehen, dass die Betreibergesellschaft und die SPaCiH-Organisation nicht identisch sind.

Standortanbindung: Für die Einbindung des Standortes in das SPaCiH-Netzwerk ist relevant, welche Infrastruktur für die Vernetzung genutzt werden kann. Ausprägungen sind: Straße-Schiene bzw. Straße-Binnenschiff (bimodal) oder Straße-Schiene-Binnenschiff (trimodal). Dies ist insbesondere für die Art eines ggf. anzubindenden City-SPaCiHs relevant (vgl. Kapitel 2.4.1).

[100] Vgl. (Beckmann, 2012).

Instanz: Den Instanzen sind den zur Zweckerfüllung notwendigen Services aus dem Managementservice-Katalog zuzuordnen (Kapitel 2.4.6 und 2.4.7.1). Die Umsetzung der Services soll durch die Kooperationsplattform unterstützt werden. Als offene und standardisierte Infrastruktur soll sie eine nahtlose Zusammenarbeit und Nutzung von Ressourcen ermöglichen. Hiermit wäre auch eine Virtualisierung der SPaCiH-Knoten-Organisation möglich, sodass Akteure des Business Ecosystems von verschiedenen Standorten und Organisationen sich temporär zusammenfinden, um spezifische Services umzusetzen.

Weisungsbefugnis: Üblicherweise ist in der Organisationslehre der Begriff der Instanz mit Weisungsbefugnis verbunden. In einem Industriepark besitzt der Betreiber i.d.R. keine Weisungsbefugnis gegenüber den Anrainern. Eine Ausnahme könnte vorliegen, wenn der Betreiber ein fokales Unternehmen ist. Da es zumeist grundlegende Park-Regeln gibt, könnte eine partielle Weisungsbefugnis abgeleitet werden. Gleiches gilt für den in einem Business Ecosystem vereinbarten Ordnungsrahmen (*Governance*).

Organisationsebenen: In der Organisationslehre wird häufig zwischen der Primär- und Sekundärorganisation unterschieden. Bezogen auf ein SPaCiH umfasst die Primärorganisation alle Instanzen, die durch die Umsetzung der Basisservices die effektive und effiziente Erfüllung der Kernaufgaben des Parks dauerhaft sicherstellen. Die Umsetzung der SPaCiH-Services, die i.d.R. dynamisch, instanzübergreifend, zweck- bzw. bedarfsorientiert und projektbezogen sind, erfordert flexiblere Strukturen, welche die Primärorganisation überlagern. Diese sogenannte Sekundärorganisation wird durch netzwerkartige Organisationsformen umgesetzt. Dies spricht dafür, die SPaCiH-Knoten-Organisation als separaten Entwickler, insbesondere in Form einer virtuellen Organisation, auszubilden.

Form der Zusammenarbeit: Grundsätzlich wird eine Zusammenarbeit im Rahmen eines Business Ecosystems angestrebt. Die Umsetzung der SKO kann kooperativ in Form von instanzübergreifenden Teams und Projektgruppen, Arbeitsgemeinschaften, Konsortien[101] bis hin zu Gemeinschaftsunternehmen[102] erfolgen.

2.5.3 Organisations-Dimension III

III SPaCiH-Netzwerk-organisation (SNO)	Ausprägungen			
	A	B	C	D
I: Instanz	Gründung Dachorganisation	bestehende Dachorganisation wird SNO	wie B) ergänzt um SPaCiH-Entwicklungs-gesellschaft	virtuell, keine übergeordnete Institution
II: Weisungsbefugnis	ja	nein	teilweise	
III: Form der Zusammenarbeit	Teams und Projektgruppen	Arbeits-gemeinschaften	Konsortien	Gemeinschafts-unternehmen
IV: Zentralisierungs-grad	zentral	dezentral nach Themen	Kombination	

Tabelle 2-9: Konfigurationsoptionen der SPaCiH-Netzwerk-Organisation (SNO)

Die SPaCiH-Netzwerk-Organisation (SNO) umfasst das Management des SPaCiH-Netzwerkes aus einer übergeordneten Perspektive. Hier geht es darum, ein Business Ecosystem zu schaffen, welches die Akteure zusammenbringt, die zum Erhalt und Wachstum des Netzwerkes beitragen können.

[101] Vorübergehender Zusammenschluss von Unternehmen zur gemeinsamen Durchführung eines größeren Geschäftes.

[102] Zur Kooperation mehrerer Unternehmen wird eigens eine dritte Gesellschaft gegründet, an der sich die kooperierenden Unternehmen gemeinsam beteiligen.

Ausgerichtet auf das gemeinsame Wertversprechen gilt es, die Beziehung zwischen den beteiligten Akteuren, insbesondere der SPaCiHs, zu stärken. Die dazu notwendigen Services der SNO sind im Servicekatalog aufgeführt. Für die SNO-Konfiguration sind die in Tabelle 2-9 genannten Kriterien und Ausprägungen relevant.

Instanz: Explizite Gründung einer SNO. Die Umsetzung kann je nach Art der Zusammenarbeit informell oder formell als Gemeinschaftsunternehmen erfolgen. Hilfreich ist hier ein Vergleich mit der Entwicklung im Bereich der Güterverkehrszentren (GVZ), deren konzeptionelle Anfänge in den 1970er Jahren liegen. Der erste Bau eines GVZ fand 1983 in Bremen statt. Erst im Jahr 1993 erfolgte die Gründung der GVZ-Dachgesellschaft in Form einer GmbH. Insofern erscheint es sinnvoll, die Alternativen als Migrationspfad zu betrachten. Ein Zwischenweg ist der Anschluss an bestehende Dachorganisationen mit ähnlicher Interessenslage, wie z.B. den Bundesverband öffentlicher Binnenhäfen e.V., die BÖB Arbeitsgemeinschaft Häfen in Nordrhein-Westfalen oder die Deutsche GVZ Gesellschaft. Hier bestünde ggf. die Möglichkeit, mit dem SPaCiH-Konzept einen neuen thematischen Schwerpunkt zu setzen. Da räumlich verteilte Akteure zusammenkommen werden müssen, bietet sich auch eine Umsetzung der SNO als Virtuelle Organisation an.

Weisungsbefugnis: In Bezug auf das Kriterium Hierarchie ist zu klären, inwieweit die SNO eine weisungsbefugte Instanz gegenüber den SKO sein soll. Dies könnte z.B. der Fall sein, wenn eine SNO der Orchestrator des SPaCiH-Netzwerkes wäre. Vom Grundkonzept her wird ein heterarchischer[103], kooperativer Ansatz zwischen rechtlich selbständigen Unternehmen verfolgt, die unter Inkaufnahme einer (partiellen) Einschränkung ihrer wirtschaftlichen Selbständigkeit die Erreichung der oben genannten Ziele anstreben. Aus einer möglichen partiellen Einschränkung der Autonomie könnten Weisungsbefugnisse abgeleitet werden, die jedoch im Rahmen der Ausgestaltung des Business Ecosystems zwischen den Akteuren zu regeln wären (Governance).[104]

Form der Zusammenarbeit: Grundsätzlich wird eine Zusammenarbeit im Rahmen eines Business Ecosystems angestrebt. Die der SNO kann in Form von instanzübergreifenden Teams und Projektgruppen, Arbeitsgemeinschaften, Konsortien bis hin zu Gemeinschaftsunternehmen erfolgen.

Zentralisierungsgrad: Die Handlungsfelder in einem logistischen Netzwerk sind vielfältig, z.B. könnten sie einerseits die Stärkung der Infrastruktur im Bereich Bahnnetz und KV-Terminals umfassen, andererseits ein optimiertes Behältersystem. Grundsätzlich ist immer dann, wenn es zwischen den Handlungsfeldern starke Synergien gibt, ein zentraler Ansatz sinnvoll. Eine dezentrale themenspezifische Ausrichtung kann über Projekte erfolgen. Gibt es wenig Synergien, könnte im Fall I-D (s. Tabelle 2-9) eine themenspezifische Gliederung der Instanzen erfolgen; insbesondere dann, wenn es bestehende Netzwerke gibt, an die man mit SPaCiH anschließen möchte. Wenn es zwischen den Instanzen Synergiepotenziale gibt, wäre eine Kombination sinnvoll.

[103] Heterarchie ist ein System von Elementen, die nicht in einem Über- und Unterordnungsverhältnis stehen, sondern mehr oder weniger gleichberechtigt nebeneinander. Sie steht für Selbststeuerung und Selbstbestimmung und betont dezentrale und Bottom-up-Entscheidungen.

[104] Vgl. (Sydow, 1992).

2.6 Kooperationsplattform

2.6.1 Zielsetzung

Die Kooperationsplattform ist ein Instrument zur Erreichung der SPaCiH-Ziele (vgl. Kapitel 1). Zunächst soll die Plattform den (virtuellen) Zugang zu den in Kapitel 2.4.2 beschriebenen Services ermöglichen und deren Umsetzung DV-technisch unterstützen. Sie soll dazu beitragen, die Ressourcen der im Konzept beteiligten Akteure höher auszulasten. Hierzu ist es notwendig, dass über die Plattform ein Asset-Sharing angeboten wird, um Synergieeffekte zwischen den Akteuren realisieren zu können. Die Plattform hat die Aufgabe, Angebot und Nachfrage von Logistik- und Wertschöpfungsdienstleistungen koordiniert zusammenzuführen. Ein besonders wichtiges Ziel ist die Bündelung der Güterströme, die automatisiert und auf Basis von KI-basierten Algorithmen erfolgen muss. Die Plattform muss ähnliche Transportbedürfnisse von Nutzern erkennen und intelligent koordinieren können. Um das Ziel einer nachhaltigen Logistik gewährleisten zu können, muss die Plattform bei der Transportkonfiguration zusätzlich ökologische Gesichtspunkte berücksichtigen. Dabei spielt auch die Nutzung von alternativen Verkehrsträgern und der Einsatz nachhaltiger Antriebstechnologien eine besondere Rolle.

Neben der hohen Ressourcenauslastung und der Bündelung von Güterströmen soll die Kooperationsplattform insbesondere die Transparenz entlang der Lieferkette erhöhen. Hierzu sollen die Akteure mithilfe von Tracking & Tracing-Informationen über die Prozesse innerhalb der Lieferkette in Echtzeit erhalten. Durch die Anbindung von Telematiksystemen und IoT-Geräten sollen die Akteure zu jedem Zeitpunkt wissen, wo die Güter sind, in welchem Zustand sie sich befinden und wann die voraussichtliche Ankunftszeit ist (ETA). Dadurch soll eine effiziente Echtzeitsteuerung der Lieferkette ermöglicht werden, wobei die Plattform die Akteure bei unerwarteten Ereignissen und Abweichungen mithilfe von Optimierungsvorschlägen dynamisch unterstützt. Zudem sollen die Akteure durch Kommunikation in Echtzeit und den digitalisierten Dokumentenaustausch ganzheitlich vernetzt werden, sodass Prozesse vereinfacht und beschleunigt werden. Da für die Erreichung der Ziele Daten aus unterschiedlichen Quellen erhoben, verarbeitet und geteilt werden müssen, muss die Plattform die vielfältigen Soft- und Hardwarelösungen der Akteure über standardisierte Schnittstellen integrieren. Die Standardisierung der digitalen Schnittstellen soll zu einer Reduktion der Transaktionskosten und einer aufwandsminimierten Vernetzung der Akteure beitragen. Da der Erfolg der Kooperationsplattform von der Verfügbarkeit und Qualität der Daten von den Anrainern und Netzwerkpartnern abhängt, ist zudem die Bereitschaft, Daten zu teilen und gemeinsam zu nutzen, im Konzept zu verankern.

2.6.2 Einbindung in den organisatorischen Rahmen von SPaCiH

Die Kooperationsplattform ist für das SPaCiH-Konzept von zentraler Bedeutung, um effektive und effiziente Prozesse zu ermöglichen. Dazu sollen die Potenziale innovativer IT-Technologien im Kontext von Industrie 4.0 und Digitalisierung ausgeschöpft werden. Die Kooperationsplattform soll die Zusammenarbeit zwischen den Akteuren im SPaCiH-Ecosystem (z.B. aus Industrie, Handel, Dienstleistung und Logistik) verbessern und die Erschließung von Synergiepotenzialen ermöglichen. Ziel ist es, den Nutzern der Plattform einen signifikanten Mehrwert zu bieten, der nur durch die Zusammenarbeit im SPaCiH-Netzwerk erreicht werden kann. Es werden drei Ebenen der Zusammenarbeit unterschieden (vgl. Kapitel 2.5):

- **Ebene des SPaCiH-Netzwerkes:** Kooperation der SPaCiH-Standorte untereinander sowie mit den Partnern des übergreifenden Business Ecosystems auf SPaCiH-Netzwerkebene. Gegenstand sind im Wesentlichen gemeinsame Kundenakquisition und -bindung, effiziente Leistungsverflechtung und Ressourcenallokation im Netzwerk, Ausbildungsprogramme, standortübergreifende Innovationsprojekte und gemeinsame Initiativen zur Optimierung der Rahmenbedingungen, wie z.B. Verbesserung der Infrastruktur des SPaCiH-Netzwerkes (z.B.

Ausbau der SPaCiH-Standortstruktur, Bahnanbindung, KV-Terminals, Wasserstraßen, Kaianlagen, Kooperationsplattform etc.).

- Ebene der SPaCiH-Knoten: Kooperation zwischen den Anrainern sowie im erweiterten Rahmen mit den Partnern des Business Ecosystems am Standort SPaCiH. Auch hier geht es um gemeinsame attraktive Leistungsbündel zur Kundengewinnung und -bindung aus Standortperspektive. Weitere Kooperationsinhalte sind die Umsetzung der industriellen Symbiose in der internen Leistungsverflechtung sowie die Nutzung weiterer Synergien im Rahmen der gemeinsamen Nutzung von Ressourcen (Personal, Equipment, Lagerflächen etc.) und Dienstleistungen (z.B. Supportleistungen, Kapitel 2.4.6 und 2.4.7.4). Kooperationen im standortspezifischen Business Ecosystem zielen auch auf eine kontinuierliche Weiterentwicklung und Innovation, z.B. in Bezug auf die eingesetzte Technologie, die Infrastruktur, neu anzusiedelnde Partner, aber auch Prozessabläufe und das Leistungsangebot.
- Ebene der horizontalen Segmente: Die Unterstützung der kooperativen Zusammenarbeit innerhalb der Supply Chain ist von entscheidender Bedeutung, da hier die eigentliche Wertschöpfung stattfindet. Ziel ist die Sicherstellung des Lieferservice für den Kunden (Umsatzziel), die Rationalisierung entlang der gesamten Kette (Kosten- bzw. Kapitalbindungsziel) und eine akzeptable Verteilung von Kosten und Nutzen. Insbesondere die Geschäftsprozesse der Anrainer sollen wirtschaftlicher und nachhaltiger ausgerichtet werden. Ein Kernversprechen, das die SPaCiH-Netzwerkorganisation mit Hilfe der Kooperationsplattform erfüllen soll, ist die optimale und nachhaltige Ver- und Entsorgung der Region. Um dies zu erreichen, werden beispielsweise Funktionsmodule zur Routen- und Flottenoptimierung eingesetzt. Darüber hinaus soll die Kooperationsplattform die Kommunikation und den Dokumentenaustausch zwischen den Netzwerkpartnern vereinfachen und so eine synergetische Zusammenarbeit fördern. Durch den Einsatz von Trackingsystemen sorgt die Plattform zudem für Transparenz entlang der Supply Chain. Mit Hilfe der Trackingsysteme, die in Echtzeit Positions- und Statusinformationen generieren, können die Akteure mögliche Bündelungspotenziale leichter erkennen und darauf aufbauend Prozesse und Ressourcen effizienter steuern. Ein weiterer Mehrwert ergibt sich durch die Funktion der Datenanalyse. So können Algorithmen und KI-Systeme insbesondere für prädiktive Analysen eingesetzt werden. So lassen sich z.B. Lkw-Wartungen, Ankunftszeiten oder zu erwartende Transportkosten genauer prognostizieren. Darüber hinaus schafft die Analyse umweltrelevanter Daten einen enormen Mehrwert für die Kunden, da beispielsweise CO_2-Emissionen reduziert werden können. Insgesamt soll die Kooperationsplattform eine hohe Ressourcenauslastung im SPaCiH sowie in der Supply Chain sicherstellen und die Güterströme so bündeln, dass eine Verkehrsreduktion erreicht wird. Durch Prozesstransparenz und -optimierung sowohl auf logistischer als auch auf Wertschöpfungsebene soll zudem eine Kostenreduktion erreicht werden.

Die Kooperationsplattform stellt ein Rahmenmodell dar, das von Unternehmen als Werkzeug genutzt werden kann, um synergetisch ausgerichtete Kooperationen zu realisieren. Die Kooperationen können dabei unterschiedlich stark ausgeprägt sein. Die Formen der Zusammenarbeit können von einer punktuellen oder nur temporären Zusammenarbeit über eine dauerhafte Zusammenarbeit bis hin zu einer stark integrierten Zusammenarbeit mit automatisierten und standardisierten Prozessen und Schnittstellen reichen. Welche Form der Zusammenarbeit in der Praxis praktiziert wird, hängt maßgeblich von der Kooperationsfähigkeit und -bereitschaft der Unternehmen ab. Während die Kooperationsfähigkeit durch den Einsatz neuester digitaler Technologien verbessert werden kann, hängt die Kooperationsbereitschaft vom individuellen Nutzen der Kooperation ab. Unternehmensübergreifende Kooperationen können zwar für das gesamte Ecosystem bzw. die Supply

Chain positiv sein, für die einzelnen Akteure jedoch sehr unterschiedliche Gewinne oder sogar Verluste generieren. Diese wirtschaftlichen Unterschiede erschweren die Realisierung von unternehmensübergreifenden Projekten. Das Prinzip des Cost Benefit Sharing (s.u.) adressiert diese Problematik und soll durch die Kooperationsplattform unterstützt werden. Entscheidend für die Kooperationsfähigkeit ist der Reifegrad der Supply Chain-Prozesse der Unternehmen hinsichtlich ihrer Industrie 4.0-Fähigkeit. Die Kooperationsplattform hat den Anspruch, ein Höchstmaß an integrierter Kooperation in komplexen Lieferkettennetzwerken zu erreichen und eine Kooperationskultur im Sinne des Industrie-4.0-Konzeptes zu schaffen. Die Umsetzung dieses Anspruchs liegt jedoch bei den beteiligten Unternehmen selbst, die ihre Prozesse entsprechend ausrichten müssen. Insbesondere die logistischen Prozesse der Supply Chain müssen im Rahmen einer digital vernetzten Supply Chain (SCM 4.0) so vorbereitet werden, dass die Kooperationsplattform für eine ganzheitliche und digitalisierte Vernetzung der Akteure sorgen und Transparenz über alle Prozesse entlang der Supply Chain schaffen kann.

2.6.3 Cost Benefit Sharing

Das Cost Benefit Sharing verfolgt das Ziel einer fairen Verteilung von Kosten und Nutzen auf die Partner einer Kooperation. Entsprechend dient der Ansatz zur Schaffung von Transparenz über sämtliche Vor- und Nachteile einer Kooperation und über Anreize zur Netzwerkoptimierung durch Reallokation (Neuverteilung/ -zusammensetzung) der Netzwerkgewinne. Dadurch können die vollständigen Potenziale einer unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit ausgeschöpft und sowohl die Effekte einer unternehmensübergreifenden Kooperation systematisch bewertet als auch die wirtschaftlichen Auswirkungen auf alle Akteure fair geteilt werden.[105]

Als Bewertungsgrundlage können sowohl Kennzahlensysteme, wie die Netzwerk-Balanced-Scorecard[106], als auch Ansätze des Performance Measurement oder eine Kombination aus Simulation und Kennzahlensystemen eingesetzt werden. Die Ergebnisse der Bewertung werden zur Schaffung der erforderlichen Transparenz im gesamten Netzwerk kommuniziert und jeder Akteur muss seinen Beitrag zu den Prozessveränderungen und auch die (ihn) betreffenden Auswirkungen kennen.[107]

Durch dieses Vorgehen werden folgende kooperationsstrategische Fragestellungen beantwortet:[108]

- Welchen Vorteil ergibt eine Zusammenarbeit?
- Welche individuellen Vorteile hat das Unternehmen und in welcher Weise profitiert das gesamte Netzwerk der Geschäftspartner?
- Wie können Anreize gestaltet werden, damit Akteure trotz individueller Benachteiligung mitwirken?

Daraus lassen sich drei wichtige Prinzipien identifizieren, die die Kooperationsbereitschaft steigern:[109]

- Verständnis schaffen durch Transparenz: Wie und wann profitieren die Unternehmen von einer kooperativen Zusammenarbeit? Stellen sie sich durch Kooperation besser als durch Wettbewerb?
- Transparenz ermöglicht Bewertung: Wie erfolgt eine Quantifizierung der Vor- und Nachteile der Kooperation auf Ebene des Netzwerkes und des einzelnen Unternehmens? Welche individuellen Vorteile hat das Unternehmen und in welcher Weise profitiert das Netzwerk?

[105] Vgl. (Riha, 2009, S. 167).
[106] Vgl. (Schulze im Hove & Stüllenberg, 2003).
[107] Vgl. (Buchholz & Clausen, 2009, S. 84).
[108] Vgl. (Buchholz & Clausen, 2009, S. 77).
[109] Vgl. (Buchholz & Clausen, 2009, S. 77 f.).

- Bewertung ermöglicht Ausgleich: Wie können benachteiligte Akteure von den realisierten Netzwerkeffekten profitieren und einen Anreiz bekommen, für den Netzwerkerfolg zu arbeiten?

Das Prinzip des Cost Benefit Sharings soll durch die Kooperationsplattform, mit ihren Domänen und Unterfunktionalitäten, im gesamten SPaCiH-Netzwerk unterstützt werden.[110] Im Folgenden wird ein Anforderungskatalog entworfen, der alle wesentlichen Funktionalitäten einer idealtypischen digitalen Kooperationsplattform beinhaltet. Die Funktionalitäten basieren auf dem Status Quo digitaler Logistikplattformen und ergeben sich darüber hinaus aus den spezifischen Anforderungen an die Kooperationsplattform, die sich aus dem SPaCiH-Konzept ergeben. Die Funktionen werden jeweils sachlogisch zu sogenannten Domänen zusammengefasst. Diese werden in einem Domänenmodell zusammengeführt, welches den Funktionsumfang der Kooperationsplattform konsolidiert spezifiziert.

2.6.4 Status Quo im Bereich digitaler Plattformen

Die Logistikbranche wird bereits seit mehreren Jahren vom vermehrten Auftreten digitaler Plattformen geprägt. Dabei besitzt der Markt für digitale Logistikplattformen eine stark heterogene Struktur, die von unterschiedlichsten Anbietern mit verschiedenen Dienstleistungsspektren gekennzeichnet ist. In der Literatur gibt es einige Ansätze, die eine Klassifizierung der digitalen Plattformen vornehmen.[111] Allerdings unterscheiden diese Klassifizierungen sich bezüglich der untersuchten Merkmale, sodass eine eindeutige Abgrenzung verschiedener Plattformtypen erschwert wird. Insgesamt existiert eine Vielzahl von Begriffen und Konzepten für digitale Logistikplattformen, die auf die Komplexität der dynamischen Branche hinweist.[112] So differenzieren Heinbach et al. (2022a) beispielsweise acht Typen digitaler Plattformen für den Straßengüterverkehr, die nach dem angebotenen Serviceumfang und den jeweiligen Transportmanagementphasen gruppiert werden.

Die einfachste Form digitaler Logistikplattformen stellen Frachtenbörsen dar. Frachtenbörsen fokussieren sich auf die Vermittlung von Kapazitäten zwischen Frachtführern und Spediteuren. Hierbei treffen Anbieter von Frachtgut auf Anbieter von Laderaum, wobei die Vermittlung entweder auf der Plattform über ein Auktions- oder Bieterverfahren erfolgt oder die Verträge außerhalb der Plattform abgeschlossen werden.[113] Frachtenbörsen haben sich bereits seit vielen Jahren in der Logistikbranche etabliert. So startete der elektronische Marktplatz TIMOCOM schon vor einigen Jahrzenten eine Plattform zum Zusammenführen von Fracht- und Lkw-Ladekapazitäten zwischen Transportunternehmen, Spediteuren und Verladern.[114] Aufgrund der technologischen Entwicklungen im Rahmen der digitalen Transformation ist das Leistungsspektrum isolierter Frachtenbörsen für das SPaCiH-Konzept nicht mehr hinreichend. Daher müssen sie ihr Leistungsspektrum erweitern. Die Weiterentwicklung der einfachen Frachtenbörse wird in der Literatur auch als erweitere Frachtenbörse bezeichnet.[115] Anbieter dieser erweiterten Frachtenbörsen sind oftmals Start-ups, die als neue Wettbewerber im Markt auftreten und eine hohe IT-Affinität aufweisen.[116] Das Serviceportfolio der erweiterten Frachtenbörse ist durch eine einfachere Abwicklung, kostengünstigeren Service und

[110] Weiterführende Informationen zum Cost-Benefit-Sharing, seinen Ansätzen, Vorgehensmodell und Reallokationsansätzen finden sich im Bericht des Sonderforschungsbereichs 559, im Speziellen in Kapitel 4 zum kosten- und leistungsoptimierten Betrieb kooperativer Logistiknetzwerke von Iwo V. Riha.

[111] Vgl. (Heimann Fahrzeugbau GmbH & Co. KG, 2023a), (Hofmann & Osterwalder, 2017), (Elbert & Gleser, 2019) und (Hentschel, et al., 2019).

[112] Vgl. (Heimann Fahrzeugbau GmbH & Co. KG, 2023a, S. 808).

[113] Vgl. (Sucky & Asdecker, 2019, S. 207).

[114] Vgl. (Heimann Fahrzeugbau GmbH & Co. KG, 2023a, S. 808).

[115] Vgl. (Sucky & Asdecker, 2019, S. 207).

[116] Vgl. (Stölzle & Häberle, 2021, S. 106).

weitere Funktionalitäten, wie die automatische Auftragszuordnung und Preisbestimmung oder die Echtzeitverfolgung, charakterisiert.[117]

Weiterhin haben digitale Speditionen sich in den letzten Jahren zunehmend am Markt etabliert, die sich in direkter Konkurrenz zu traditionellen Speditionen positionieren. Digitale Speditionen sind ebenfalls meist Start-ups ohne eigene Logistik-Assets, die sich auf Datenalgorithmen und digitale Schnittstellen fokussieren. Sie bilden Geschäftsprozesse digital ab und fungieren als Vermittler zwischen Verladern und Transportunternehmen, indem sie digitale Dienstleistungen, wie die Frachtpreisbestimmung, Transportbuchungen, Dokumentationen und die Nutzung von Daten zur Bereitstellung von Vorhersagediensten, anbieten.[118] Digitale Speditionen treten allerdings im Gegensatz zu Frachtenbörsen nicht nur als Vermittler auf, sondern sie sind auch Vertragspartner, die unter Einsatz personeller Ressourcen für die gesamte Abwicklung der Lieferung das Risiko tragen.[119] Ebenfalls charakteristisch für digitale Speditionen ist die Verlagerung der Services in die Cloud, wodurch der ortsunabhängige Zugriff auf Daten ermöglicht wird.[120]

Allgemein spielt Cloud-Computing bei der heutigen Entwicklung digitaler Plattformen eine herausragende Rolle. Cloud-Computing ist eine IT-Infrastruktur, die über das Internet zur Verfügung gestellt wird, ohne dass lokale Installationen auf Computern oder anderen Endgeräten benötigt werden. Die auf der Infrastruktur bereitgestellten Dienste können Speicherplatz, Rechenkapazität oder Anwendungssoftware sein.[121] Cloud-Computing kann in verschiedenen Servicemodellen ausgeführt werden, wobei das Modell Software as a Service (SaaS) für Logistikplattformen die größte Relevanz aufweist. Bei SaaS werden die IT-Infrastruktur und die Anwendungssoftware von einem externen Dienstleister betrieben und vom Nutzer als Service bezogen. Der Zugriff erfolgt über ein internetfähiges Endgerät unter Verwendung eines Webbrowsers oder einer mobilen App.[122]

Aktuelle Entwicklungen auf dem Plattformmarkt zeigen, dass Anbieter vermehrt die klassischen Funktionen der Transportmanagementsysteme durch flexible Cloud-Services ergänzen.[123] Dies wird durch die Heterogenität der operativen Anwendungssysteme begründet, die durch einen Mangel an Datenstandards und eine Vielzahl von IT-Schnittstellen gekennzeichnet sind.[124] Durch den Einsatz von Cloud-Systemen wird eine standardisierte Infrastruktur für die Anwender geschaffen. Diese Infrastruktur kann verschiedene Plattformen enthalten, die modulare Cloud-Services anbieten.[125] Die derzeit am Markt verfügbaren Cloud-Services sind vielfältig ausgeprägt und decken die klassischen Logistikservices ab. Insbesondere für das Transportmanagement werden Services in den Bereichen Transporteinkauf, -entscheidung und -durchführung sowie unterstützende Services, wie Reporting, Controlling oder Qualitätsmanagement, angeboten.[126]

Zusätzlich zum Cloud-Computing sind Big Data und der Einsatz künstlicher Intelligenz bereits heute in Ansätzen und vor allem zukünftig von hoher Relevanz für digitale Logistikplattformen. Die Analyse riesiger Datenmengen ist speziell für die Verbesserung der Routen- und Laderaumoptimierung von Frachtenbörsen und digitalen Speditionen bedeutsam. Mithilfe von künstlicher Intelligenz werden

[117] Vgl. (Sucky & Asdecker, 2019, S. 207).
[118] Vgl. (Heimann Fahrzeugbau GmbH & Co. KG, 2023a, S. 811).
[119] Vgl. (Sucky & Asdecker, 2019, S. 207).
[120] Vgl. (Stölzle & Häberle, 2021, S. 110).
[121] Vgl. (Holtschulte, 2022, S. 76).
[122] Vgl. (Holtschulte, 2022, S. 76).
[123] Vgl. (Heinbach, Kammler, & Thomas, 2020, S. 458).
[124] Vgl. (Kersten, Seiter, von See, Hackius, & Maurer, 2017, S. 58).
[125] Vgl. (Heinbach, Kammler, & Thomas, 2020, S. 458).
[126] Vgl. (Heinbach, Hagen, & Thomas, 2021, S. 586 f.).

prädiktive Analysen, wie die Vorhersage von Transportpreisen, präzise Prognosen zu Lkw-Wartungen und die echtzeitbasierte Ankunftszeitenberechnung (ETA), ermöglicht.[127] Des Weiteren spielt die Anbindung von Telematiksystemen, die Daten in Echtzeit generieren können, eine große Rolle. Telematiksysteme können diagnostische Daten der Transportmittel und sensorspezifische Daten der Ladungsträger erzeugen und diese für eine KI-basierte Disposition der Transporteinheiten und prädiktive Wartungsdienste nutzen.[128] Dabei ist der Umgang mit den Daten insbesondere im Hinblick auf die Datensicherheit von großer Bedeutung. Aus diesem Grund gibt es Bestrebungen nach der Entwicklung föderierter Datenökosysteme, die beispielsweise im Projekt Gaia-X konzipiert werden. Hierbei sollen Daten in einem sicheren, dezentralen und offen gestalteten Datenraum gesammelt, verarbeitet und geteilt werden können, wobei die Datenanbieter den Besitz und die Verantwortung über ihre Daten behalten.[129] Insgesamt ist zu erkennen, dass Logistikplattformen durch den Einsatz digitaler Technologien zukünftig intelligenter werden. Dieser kann aggregieren, Planungs- und Koordinationsaufgaben der Leistungen von Logistikdienstleistern größtenteils Algorithmen- und Cloud-basiert erfolgen und dadurch weitestgehend Prozesse automatisiert werden.[130] Diese Entwicklung findet sich bereits bei den sogenannten 4PL-Dienstleistern.[131]

2.6.5 Domänenmodell

Um die Ziele der Kooperationsplattform zu erreichen, muss diese die Umsetzung der definierten Servicekataloge (Kapitel 2.4.6 und 2.4.7) erfüllen. Diese Anforderungen werden mit Hilfe eines Domänenmodells strukturiert dargestellt (Abbildung 2-18).

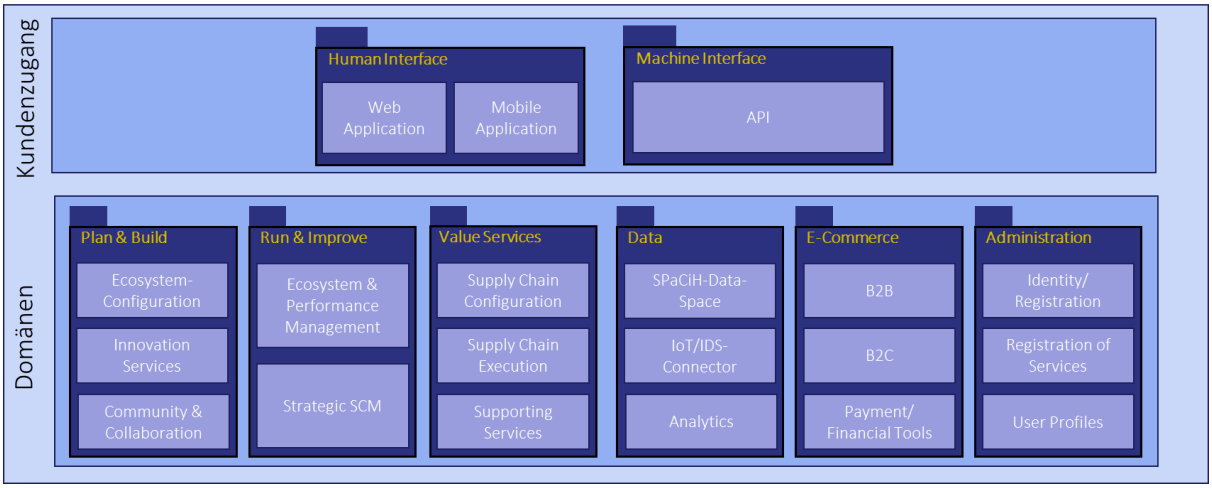


Abbildung 2-18: Domänenmodell

Die einzelnen Domänen beschreiben die Anforderungsbereiche an die Kooperationsplattform. Insgesamt gibt es sechs Domänen, denen die verschiedenen Funktionalitäten der Kooperationsplattform zugeordnet sind. Die Strukturierung orientiert sich an der in Kapitel 2.4.7.1 vorgenommenen Gliederung der Management Services in Gestaltung: „Plan & Build“, Lenkung und Entwicklung: „Run & Improve“. Die gleiche Struktur findet sich innerhalb der Domäne „Value Services“ für die Supply Chain. Darüber hinaus gibt es die Domänen „Data“, „E-Commerce“ und „Administration“. Neben den Domänen zeigt Abbildung 2-18 auch, wie die Kunden auf die Plattform zugreifen können. Dabei wird zwischen einer „menschlichen“ und einer „maschinellen“ Schnittstelle unterschieden. Über

[127] Vgl. (Stölzle & Häberle, 2021, S. 110).
[128] Vgl. (Heimann Fahrzeugbau GmbH & Co. KG, 2023b, S. 5).
[129] Vgl. (Gaia-X European Association for Data and Cloud AISBL, 2022).
[130] Vgl. (Sucky & Asdecker, 2019, S. 208).
[131] Vgl. (4flow, o.J.).

die menschliche Schnittstelle greifen die Nutzer über einen Webbrowser oder eine mobile Applikation auf die Plattform zu. Maschinelle Schnittstellen sind Programmierschnittstellen (APIs), die andere Softwarelösungen mit der Kooperationsplattform verbinden und so den (externen) Zugriff über diese Softwarelösungen ermöglichen.

2.6.6 Einzelne Domänen der Kooperationsplattform

2.6.6.1 Plan & Build

Die Domäne „Plan & Build“ befasst sich mit dem Aufbau des Business-Ecosystems und der Entwicklung innovativer Services (vgl. Kapitel.2.3.6 und 2.3.7). Die Konfiguration des Ecosystems ist ein komplexes Vorhaben. Daher muss die Kooperationsplattform umfassende Werkzeuge anbieten, mit deren Hilfe das methodische Vorgehen beim Design des Ecosystems erleichtert wird. Die Werkzeuge müssen die Auswahl der optimalen Anrainer unterstützen, um die größtmöglichen Synergieeffekte zu ermöglichen und das Ecosystem unterdessen auf Nachhaltigkeit auszurichten. Gleichermaßen muss die Plattform die Entwicklung innovativer Services durch die Teilnehmer des Ecosystems unterstützen. Hierzu müssen vielfältige Werkzeuge des Innovationsmanagements zur Verfügung gestellt werden. Die Teilnehmer des Ecosystems müssen mithilfe der Plattform in der Lage sein, wirtschaftlich tragbare Dienstleistungen zu generieren.

Zudem muss die Plattform die Kollaboration innerhalb der gesamten Community stärken. Hierfür sollen Events und Workshops veranstaltet werden, die mittels der Plattform geplant und organisiert werden sollen. Demnach muss die Plattform auch den Bereich des Eventmanagements abdecken. Des Weiteren sollen Ecosystem-Teilnehmer gemeinsame Projekte über die Kooperationsplattform managen können, weshalb sie Werkzeuge des Projektmanagements bereitstellen muss. Zur Absicherung des generierten Wissens, das bei jeglichen Formen der Kooperation (Events, Workshops, Projekte etc.) entsteht, wird ein Wissensmanagement erforderlich. Daher soll innerhalb der Kooperationsplattform auch eine Wissensdatenbank etabliert werden. Das Wissensmanagement soll jedoch nicht nur internes Wissen organisieren, sondern auch externes Wissen den Anrainer gebündelt zur Verfügung stellen. So kann beispielsweise ein Newsletter-Service durch das Wissensmanagement bereitgestellt werden, welches die Anrainer mit Branchen- und Ecosystem-Informationen versorgt und Kooperations-Potenziale aufzeigt. Die „Plan & Build“-Domäne ist von fundamentaler Bedeutung, da ein auf Synergien ausgerichtetes Ecosystem mit einer starken Community den Grundstein für ein funktionierendes SPaCiH-Konzept legt.

2.6.6.1.1 Run & Improve

Nachdem das Business-Ecosystem im Vorfeld konfiguriert wurde, muss es auch im laufenden Betrieb weiterentwickelt werden. Dabei nimmt die Kooperationsplattform eine wichtige Rolle ein, da sie dazu beitragen muss, dass das Ecosystem seine Ziele langfristig erreicht und wettbewerbsfähig bleibt. Sie muss mithilfe geeigneter Werkzeuge die ökonomische, ökologische und soziale Nachhaltigkeit des Systems sicherstellen und forcieren. Dazu muss die Plattform im Rahmen der Ecosystem-Rekonfiguration die sich verändernden Rahmenbedingungen ständig im Blick haben und das Ecosystem gezielt daran anpassen. Zu den Rahmenbedingungen gehören Entwicklungen im Markt- und Wettbewerbsumfeld sowie die Berücksichtigung von gesellschaftlichen und technologischen Trends. Besonders wichtig im Hinblick auf die Wettbewerbsfähigkeit des Ecosystems ist das Performance Management, welches durch den Ecosystem Control Tower koordiniert wird. Die Plattform muss die Leistung des gesamten Netzwerkes und der einzelnen Knoten permanent steuern und kontrollieren können. Hierfür muss sie leistungs-, kooperations-, und nachhaltigkeitsrelevante Kennzahlen erheben und auswerten können. Die Kennzahlen müssen mit vorab definierten Zielkennzahlen verglichen werden, um eine Aussage über die Leistungsfähigkeit zu erhalten. Bei einer festgestellten Minderleistung müssen entsprechende Gegensteuerungsmaßnahmen eingeleitet werden. Eine weitere

wichtige Funktionalität innerhalb des Control Towers ist das Kooperationsmanagement, welches den Kooperationsumfang und die Kooperationsintensität unter den Anrainern managen, messen und bewerten soll. Während die Funktionsbausteine des Eventmanagements, Projektmanagements und Wissensmanagements aus der Plan & Build-Domäne als Werkzeuge zur Verbesserung der Kooperation angedacht sind, ist die Funktion des Kooperationsmanagements auf das Controlling der Kooperation ausgerichtet. Hierin soll ebenfalls das Prinzip des Cost-Benefit-Sharings unterstützt werden, um das bestmögliche Kooperationspotenzial zwischen den Unternehmen sowie die höchste Leistungsfähigkeit des Netzwerkes realisieren zu können.

Zusätzlich zum Ecosystem- und Performance-Management setzt die Domäne „Run & Improve“ sich mit dem strategischen Supply Chain Management auseinander. Während das operative Supply Chain Management mit der Domäne „Value Services“ abgedeckt wird, muss die Kooperationsplattform in dieser Domäne für den Aufbau und Erhalt langfristig erfolgreicher Lieferketten sorgen. Dazu gehört vor allem die Festlegung von Strategien in den Bereichen Netzwerk, Kooperation, Nachhaltigkeit, Risikomanagement, IT sowie Personal. Die Konfiguration der einzelnen Strategiebausteine zielt insbesondere auf die Resilienz der Lieferketten ab. Die Plattform muss dazu beitragen, dass sich im SPaCiH-Netzwerk etablierte Lieferketten an Veränderungen anpassen können und somit deren Fortbestehen gewährleisten. Zusätzlich sollte die Kooperationsplattform einen Sustainability Service enthalten, in welchem das digitale Nachhaltigkeitsmanagement verortet ist. Die wesentlichen Funktionalitäten sollten hierbei die Lieferantenüberwachung, das Erstellen von Nachhaltigkeitsberichten sowie das digitale Energiemanagement sein. Durch die digitale Unterstützung sollen die drei Säulen der Nachhaltigkeit in jedem SPaCiH-Knoten zielgerichtet gestärkt werden.

2.6.6.1.2 Value Services

Die Domäne „Value Services“ ist von essenzieller Bedeutung für die Realisierung der Werteversprechen (vgl. Kapitel 2.6.5) der Kooperationsplattform. Zunächst benötigt sie umfangreiche Funktionen, die eine optimierte Konfiguration von multimodalen Lieferketten ermöglicht. Die Ausgangsbasis hierfür bilden integrative Ressourcenbörsen, die unter Verwendung intelligenter Algorithmen Ressourcenanbieter und -nachfrager einander zuordnen können. Zu den integrativen Ressourcenbörsen können im logistischen Kontext u.a. Frachtenbörsen, Ladungsträgerbörsen sowie Lagerraumbörsen gezählt werden. Die Kooperationsplattform soll dabei die verschiedenen digitalen Marktplatzanbieter in einer Plattform vereinen und damit eine integrative Charakteristik erhalten. Am Beispiel der Frachtenbörse soll das Funktionsprinzip einer integrativen Ressourcenbörse genauer beschrieben werden.

Heutzutage sind Frachtenbörsen i.d.R. Vergleichsportale, bei denen der Nutzer aus verschiedenen Angeboten das für ihn beste Angebot auswählen kann. Somit trägt der Nutzer die Entscheidungsverantwortung, was prinzipiell zu Fehlern führen kann. Außerdem berücksichtigen heutige Frachtenbörsen nur die Transportbedürfnisse eines individuellen Nutzers zu einem spezifischen Zeitpunkt. Eine Echtzeitbetrachtung aller Bedürfnisse fehlt vollständig, wodurch Bündelungspotenziale und Synergieeffekte ungenutzt bleiben. Demnach muss die Kooperationsplattform einen multikriteriellen Ansatz zur automatisierten Frachtdisposition[132] verfolgen: Sie muss ähnliche Transportbedürfnisse erkennen und intelligent zusammenführen können. Hierbei müssen neben Grundkriterien, wie Güterart und Strecke, auch weitere Kriterien für die Optimierung der Lieferkette herangezogen werden. Dies setzt einen transparenten Einblick über die Güterströme voraus. Zudem müssen bei der Transportplanung die Lieferketten multimodal ausgerichtet werden, mit dem Ziel, das Potenzial der Verkehrsverlagerung von der Straße auf Schiene und Binnenschiff zu erhöhen. Insbesondere die CO_2-Emissionen, die bei der Auswahl nachhaltiger Verkehrsträger vermieden werden,

[132] Vgl. (Heinbach, Hagen, & Thomas, 2021, S. 586).

müssen mithilfe eines Emissionsrechners in die Optimierungsberechnungen einfließen. Zusätzlich zum Emissionsrechner muss natürlicherweise ein Kalkulationstool für Kosten und Einnahmen vorhanden sein, das unter Einbeziehung von Echtzeitparametern, wie Diesel- und Strompreis, die Kosten und Einnahmen dynamisch darstellt.[133]

Nachdem die Lieferkette konfiguriert und geplant wurde, muss die Plattform auch die Ausführung der Lieferkette funktional unterstützen und einen reibungslosen Ablauf der Lieferkette gewährleisten. Bei Durchführung der Transportprozesse können Ineffizienzen entweder durch unvorhergesehene Ereignisse eintreten, welche die Lieferkette unterbrechen oder aber die Kostenstrukturen der Transportmodalitäten bzw. der Logistikdienstleister verändern sich im Laufe der Zeit. Um die Effizienz der Lieferkette zu erhöhen, ist eine flexible Disposition im laufenden Betrieb notwendig. Ermöglichen soll dies der Service der synchromodalen Lieferkettenrekonfiguration. Grundsätzlich kann unter dem Begriff der Synchromodalität ein flexibles Logistikkonzept verstanden werden, in dem zu jedem Zeitpunkt der Transportkette, in Echtzeit, eine optimale Rekonfiguration der Transportmodalität und Routenauswahl erfolgen kann. Dabei wird eine dynamische und echtzeitbasierte Neubewertung der vorkonfigurierten Lieferkette durchgeführt, in der die bereits ausgewählten Verkehrsträger, Verkehrsmittel und Routen ggf. neu festgelegt werden. Die Neubewertung und Auswahl der neuen Transportmodalitäten erfolgt auf Basis von Effizienz-, Nachhaltigkeits-, und Kostenparametern.[134]

Die Plattform muss zudem unerwartete Ereignisse und Abweichungen entlang der Lieferkette erkennen und auf diese reagieren können. Es müssen z.B. blockierte Hubs oder Straßen umgangen werden, indem die Warenströme umgeleitet werden. Abweichungen können speziell mit dem Abgleich der voraussichtlichen (ETA) und der tatsächlichen (ATA) Ankunftszeit eines Fahrzeugs ermittelt werden. Zusätzlich können Geofences definiert werden, um zu überprüfen, ob bei Transporten bestimmte Kontrollpunkte rechtzeitig erreicht werden. Geofences sind vorab definierte geographische Gebiete, wobei beim Eintreten oder Verlassen eines Objekts ein Signal ausgelöst wird.[135] Beim Auftreten von Abweichungen müssen alle beteiligten Akteure in Echtzeit benachrichtigt werden und Entscheidungsunterstützungen für die Bearbeitung der Abweichungen erhalten. Ferner muss die Steuerung der Lieferkette in enger Verbindung mit der Lieferkettenkonfiguration stehen, sodass ein neuer Auftrag ggf. noch in eine bestehende Tour eingebaut werden kann, sofern dies im Sinne einer Optimierung sinnvoll ist.

Um die Lieferkette effizient steuern zu können, benötigt die Plattform ein umfangreiches Tracking & Tracing in Echtzeit, um zu jedem Zeitpunkt Transparenz über die stattfindenden Prozesse zu erhalten. Dies soll über die Supply Chain Visibility Funktionalität der Kooperationsplattform ermöglicht werden. Für ein funktionierendes Tracking & Tracing müssen die Verkehrsmittel und Ladungsträger mit modernster Telematik bzw. Sensorik ausgestattet sein. Die mithilfe von Telematik bzw. Sensorik generierten Daten müssen von der Plattform genutzt werden, um sämtliche Bewegungen übersichtlich auf einer Karte anzuzeigen. Des Weiteren müssen auch mobile und IoT-fähige Endgeräte an die Plattform angebunden werden, um das ausführende Personal, wie z.B. Fahrer, mit aktuellen Statusinformationen in Echtzeit zu versorgen oder aber Informationen über den Zustand der Güter über IoT-Sensorik zu ermitteln. Weiterhin muss die Plattform, auf der Operativen Ebene, über aussagekräftige und anpassbare KPI-Dashboards verfügen, die die für den jeweiligen Nutzer relevanten Kennzahlen auf einen Blick anzeigen. Das KPI-Dashboard sollte dabei elementare Angaben zur Leistungsfähigkeit und der Kostenstruktur in der jeweiligen Funktionsabteilung aufweisen.

[133] Vgl. (Heinbach, Hagen, & Thomas, 2021, S. 586).
[134] Vgl. (Schauer, Laura, & Grabner, 2015, S. 22) und (Klukas & Schellert, 2022, S. 278).
[135] Vgl. (Dahm & Thode, 2018, S. 192).

Die Ausführung der Lieferkette sollte zukünftig papierlos erfolgen. Demnach muss die Kooperationsplattform einen digitalisierten Dokumentenaustausch ermöglichen. Dokumente wie Frachtbriefe oder Lieferscheine müssen elektronisch und datenschutzkonform mit allen Partnern ausgetauscht werden können. Um dies zu ermöglichen, kann die Plattform auf der Blockchain-Technologie basierende Smart Contracts nutzen. Smart Contracts sind in einer Blockchain gespeicherte Programme, die ausgeführt werden, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind.[136] Mit einem Smart Contract kann die rechtsgültige Ausführung eines Vertrags automatisiert werden, ohne dass ein Zwischenhändler für die Transaktionsabwicklung benötigt wird. Dadurch können der Zeitaufwand reduziert und etwaige Gebühren eingespart werden. Zudem gelten Smart Contracts als sicher, da die Blockchain-Transaktionsdatensätze verschlüsselt und die Gefahr von Cyberangriffen deutlich minimiert.[137]

Neben den beschriebenen Funktionen zur Konfiguration und Ausführung der Lieferkette muss die Kooperationsplattform weitere unterstützende Funktionen anbieten. Hierzu gehören vor allem prädiktive Analysen, die Hinweise auf eine Optimierung des verwendeten Equipments oder potenzielle Leistungsprobleme liefern können.[138] Ermöglicht wird dies durch den Einsatz künstlicher Intelligenz, die beispielsweise Wartungsintervalle der genutzten Lkws genauestens prognostizieren kann. Die künstliche Intelligenz soll dabei als Service aus der Cloud der Kooperationsplattform bezogen werden und den Anrainern den Mehrwert bieten, dass sie keine eigenständige Infrastruktur für prädiktive Analysen errichten müssen. Die Infrastruktur hierzu wird vom SPaCiH bereitgestellt, sodass die Leistung bei Bedarf nach Zahlung einer entsprechenden Gebühr in Anspruch genommen werden kann.

Darüber hinaus sollte die Plattform eine Supply Chain Event Management (SCEM)-Funktionalität besitzen. Die Aufgabe des SCEM ist es, automatisiert und möglichst in Echtzeit, Abweichungen (Events) zwischen der Planungs- und Ausführungsebene zu identifizieren und anschließend durch definierte Gegenmaßnahmen die erforderliche Leistung des Netzwerkes wiederherzustellen.[139] Im Hintergrund des SCEM-Systems ist dabei ein kontinuierlicher Regelkreis hinterlegt, in welchem sowohl positive als auch negative Abweichungen vom definierten Zielwert erfasst werden.[140] Das SCEM kann dabei als Werkzeug des strategischen Risikomanagements verstanden werden. Außerdem muss die Plattform ein Compliance Management unterstützen, das die Einhaltung von rechtlichen Vorschriften und internen Richtlinien bei Entscheidungen bezüglich der Lieferkette berücksichtigt. Wichtig ist dabei, dass von vornherein das Lieferkettengesetz, welches die Sicherung von Umwelt- und Menschrechten regelt, im Compliance Management berücksichtigt wird.

Ein weiterer wichtiger „Value Service“ innerhalb der Supportservices ist das Pooling und Sharing von Assets. Unternehmen eines SPaCiH-Knotens müssen in der Lage sein, Ressourcen innerhalb eines Knotens auszutauschen, um die Auslastung zu erhöhen und Synergieeffekte zu erzielen. Hierzu muss die Kooperationsplattform einen Bereich zur Verfügung stellen, in dem verfügbare Ressourcen sichtbar werden bzw. nach verfügbaren Ressourcen gesucht werden kann. Verfügbare Ressourcen können z.B. freie Lagerflächen, nicht ausgelastete Maschinen oder ungenutzte Ladungsträger sowie Firmenfahrzeuge, Büroräume oder aber auch das Personal der Anrainer sein. Dabei muss die Plattform das Angebot und die Nachfrage wiederum intelligent und automatisiert zusammenführen können und somit den Nutzer bei der Auswahl der passenden Ressourcen aktiv unterstützen. Durch das Pooling und Sharing über die Plattform wird der Zugang zu weiteren Ressourcen vereinfacht, was die Flexibilität der

[136] Vgl. (IBM Deutschland GmbH, 2022).
[137] Vgl. (IBM Deutschland GmbH, 2022).
[138] Vgl. (Heinbach, Hagen, & Thomas, 2021, S. 587).
[139] Vgl. (Bugert & Schöpfel, 2021, S. 45).
[140] Vgl. (Hausladen, 2020, S. 244).

Anrainer eines SPaCiH-Knotens erhöht. Diese erhöhte Flexibilität führt zu vielfältigeren Möglichkeiten im Rahmen der Lieferkettenkonfiguration und -steuerung.

Die Etablierung einer Circular Economy ist ebenfalls ein zentraler Bestandteil des SPaCiH-Konzeptes, daher gehören Funktionalitäten, die dieses Vorhaben unterstützen, folgerichtig in die Kooperationsplattform. Eine Circular Economy kann dabei durch die Kooperationsplattform auf verschiedene Weisen gefördert werden. Zum einen lässt sich der Lebenszyklus von Produkten durch die Implementierung eines Marktplatzes speziell für Altprodukte verlängern. Wird ein Produkt in einem Unternehmen nicht mehr benötigt, ist aber nach wie vor voll funktionsfähig, so kann das Produkt den Partnern im Business-Ecosystem über die Kooperationsplattform vermittelt werden. Damit wird der Reuse-Ansatz abgedeckt (Kapitel 2.8.1). Ist eine direkte Wiederverwendung des Altproduktes nicht möglich, so müssen die Produkte zuvor entweder repariert, generalüberholt oder wiederaufbereitet werden. Diese Entscheidungsfindung kann innerhalb der Kooperationsplattform beispielsweise über ein KI-basiertes Identifikations- und Bewertungssystem unterstützt werden, die den Zustand der Altprodukte mittels digitaler Geräte bewertet und für diese eine geeignete Auswahl zur Kreislaufschließung bestimmt. Die Organisation der zirkulären Kreisläufe hinsichtlich Altprodukt-Beschaffung, Sortierung und Transport soll hierbei ebenfalls digital über die Kooperationsplattform vorgenommen werden können.

Neben dem Pooling und Sharing oder der Circular Economy macht es zudem Sinn, eine gemeinsame Einkaufsgesellschaft im SPaCiH aufzubauen, um Synergieeffekte durch die geografische Nähe auszunutzen. Die gemeinsame Beschaffung sollte sich insbesondere auf die Beschaffung von C-Teilen konzentrieren, also Produkten, welche von allen Anrainern genutzt werden und die durch eine gemeinsame Beschaffung zur Kostensenkung führen würden. Durch die Kooperationsplattform soll dieser Bedarf erfasst und gebündelt werden.

2.6.6.1.3 Data

Daten sind die Schlüsselressource der Kooperationsplattform. Sämtliche Services, die von der Plattform angeboten werden, beruhen auf Daten. Daher ist der Umgang mit den generierten Daten für die Umsetzung funktionierender Services von elementarer Bedeutung. Die Plattform muss in der Lage sein, Daten aus einer Vielzahl unterschiedlicher Quellen zu erheben, zu verarbeiten und nutzbar zu machen. Einerseits müssen die heterogenen Softwarelösungen der Akteure, wie WMS, TMS und YMS sowie ERP-Systeme, integriert werden, andererseits müssen die existierenden Hardwarekomponenten, wie Sensoren und IoT-Devices, mit der Kooperationsplattform verbunden werden. Neben der technischen Herausforderung müssen zudem das Vertrauen zu den Unternehmen aufgebaut und die Datensicherheit seitens der SPaCiH-Organisation garantiert werden. Die Bereitschaft Daten nicht nur zu erheben, sondern diese mit dem Netzwerk im Sinne einer Sharing-Economy zu teilen, sollte in den Unternehmenskulturen klar verankert werden. Aufgrund der riesigen und unterschiedlich ausgeprägten Datenmengen wird außerdem ein effizientes Datenmanagement benötigt, das insbesondere den Aspekt der Datensicherheit in den Vordergrund stellt. Dieses Vorhaben soll durch den Einsatz digitaler Datenräume realisiert werden. Digitale Datenräume basieren auf Cloud-Anwendungen, in denen Dokumente mit vertraulichen und sensiblen Inhalten gesichert werden können. Die in einem Datenraum miteinander verknüpften Akteure haben die Möglichkeit diese Daten u.a. durch eine Due-Diligence-Prüfung untereinander auszutauschen. Die Datenhoheit obliegt dauerhaft dem definierten Datenraum, welchem die Akteure zugeteilt sind. Das Konzept des Datenaustauschs über einen Datenraum ist in Abbildung 2-19 dargestellt.

Um Daten eines Datenanbieters in den Datenraum zu übertragen, werden sog. International Data Spaces (IDS)-Connectoren benötigt.[141] Der IDS-Connector ist eine Softwarekomponente, die es den Teilnehmern ermöglicht, ihre Daten in einem Datenraum Nutzungsrichtlinien zuzuordnen, diese durchzusetzen und die Datenherkunft nachzuverfolgen. Er bestimmt somit, welche Nutzer, was und zu welchem Preis mit den Daten machen dürfen. Die bereitgestellten Daten werden entlang der Datenwertschöpfungskette über das System des Datenkonsumenten im Auftrag des Empfängers verarbeitet. Die Daten werden gemäß den definierten Nutzungsrichtlinien, der Qualität und der Sicherheit angeboten. Ferner liefert der „Broker" Informationen über Datenquellen bezüglich Inhalt, Aktualität und Qualität. Im „Clearing House" werden alle Finanz- und Datentransaktionen innerhalb des Datenraums abgerechnet. Das Vokabular ermöglicht die Anwendung von spezifischen Schlüsselwörtern, um eine Datenansammlung zu charakterisieren. Der Identitätsanbieter erstellt, pflegt, verwaltet und validiert Identitätsinformationen der Teilnehmer des Datenraums. Letztendlich bietet der „App Store" optionale Apps für Aufgaben, wie die Datentransformation oder -analyse, an.[142]

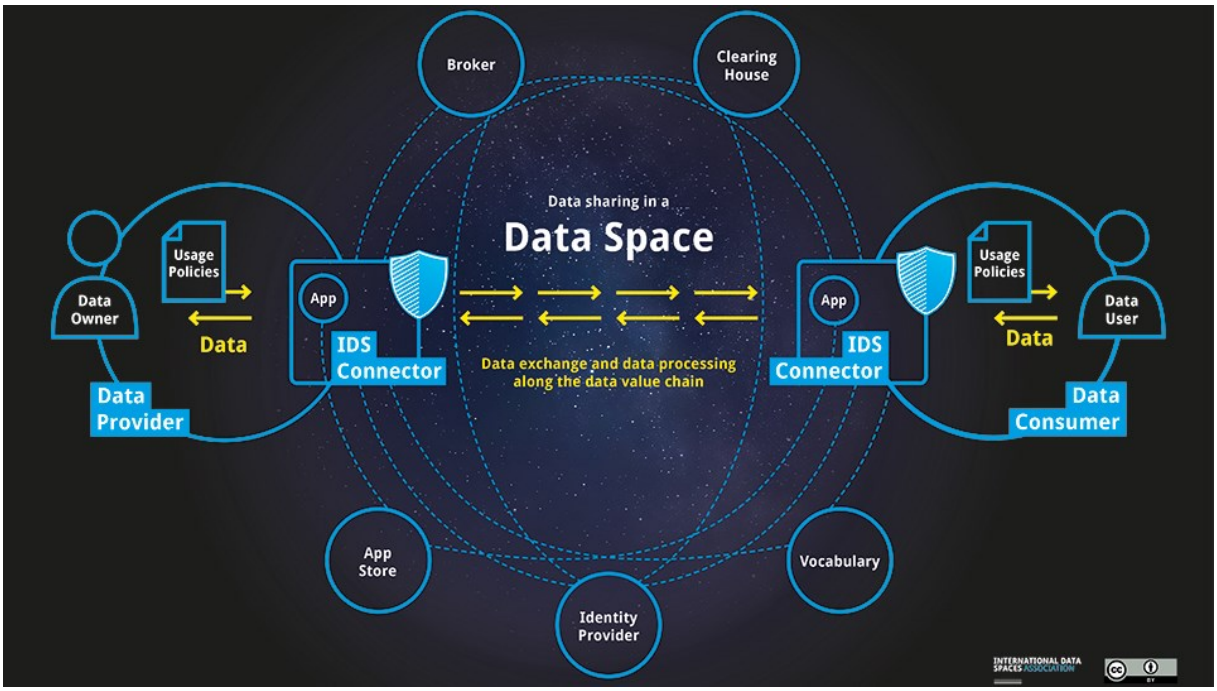


Abbildung 2-19: Konzept des Datenraums[143]

Datenräume können nach dieser Logik für unterschiedliche Branchenstrukturen gebildet werden, darunter Industrie, Logistik, Energie, Landwirtschaft und Finanzen. Auf der offiziellen Website der International Data Spaces-Initiative sind im Data Space-Radar unterschiedliche Use-Cases und Datenräume nach Branche und Reifegrad sortiert aufgelistet.[144] Diese und weitere Datenräume gilt es in der Kooperationsplattform innerhalb der SPaCiH-Data-Spaces mit einzubeziehen und alle miteinander zu vernetzen. Es werden insbesondere die logistischen Datenräume eine zentrale Bedeutung im SPaCiH-Data-Space einnehmen, da Informationen aus unterschiedlichen logistischen Domänen zu beziehen sind. So müssen hierin alle inner- und außerbetrieblichen Logistikinformationen der unterschiedlichen Transportmodalitäten konsolidiert werden, die aus unterschiedlichen Unternehmen,

[141] Vgl. (International Data Spaces e. V., 2022a).
[142] Vgl. (International Data Spaces e. V., 2022a).
[143] (International Data Spaces e. V., 2022a).
[144] Vgl. (International Data Spaces e.V., o.J.).

Logistikplattformen und Verkehrsdatendiensten stammen.[145] In der Datenraumdomäne Supply Chain des Data Space-Radars ist neben der Open-Source-Plattform *Silicon Economy* vom Fraunhofer IML ebenfalls das *Smart Connected Supplier Network (SCSN)* der TNO sowie das *Resilience & Sustainability Dataspace (RSDS)* von Advaneo aufgelistet. Beide Datenräume sind hinsichtlich ihres Reifegrades weit fortgeschritten und der Datenaustausch erfolgt zwischen den Beteiligten des jeweiligen Datenraums bereits in vollem Umfang. Das SCSN vereinfacht dabei den Datenaustausch zwischen Unternehmen aus der Fertigungsindustrie, die in einer Lieferkette gemeinsam operieren, sodass eine umständliche EDI-Anbindung entfällt.[146] Das *RSDS* ist hingegen eine offene Ökosystem-Plattform, welche Datenräume für Projekte und Dienstleistungen bereitstellet, die auf eine resiliente und nachhaltige Supply Chain ausgerichtet sind.[147] Ein Projekt davon ist ein KI-gestütztes Supply Chain-Radar, das externe Lieferketten-Risiken aus der Umwelt frühzeitig erkennt und das Wertschöpfungsnetzwerk entsprechend optimal auf eine schnelle Reaktion vorbereitet. Alle Datenräume haben die Gemeinsamkeit, dass sie auf dieselbe Referenzarchitektur des IDS-Standards zurückgreifen und somit einen Austausch aus verschiedenen Domänen ermöglichen.

2.6.6.1.4 E-Commerce

Die E-Commerce-Domäne repräsentiert den regionalen Online-Marktplatz der Kooperationsplattform. Alle konsumentenbezogenen Produkte und Dienstleistungen, die in einem SPaCiH produziert oder angeboten werden, können über diesen Bereich der Plattform in der Region verkauft werden. Der regionale Marktplatz wird dabei in einen B2B- und einen B2C-Bereich gegliedert. Im B2C-Bereich werden die Produkte und Dienstleistungen direkt an den Endkonsumenten und im B2B-Bereich an die dem Endkonsumenten unmittelbar vorgelagerten Unternehmen, wie z.B. Händler oder Kantinen, verkauft. Der regionale Online-Marktplatz der Kooperationsplattform soll den Konsum regionaler Produkte fördern, weshalb er sich speziell auf Geschäfte zwischen Konsumenten und regionalen Produzenten bzw. Händlern konzentriert. Vor allem für die regionalen Produzenten und Händler in einem Foodhub (vgl. Kapitel 2.8.2) kann der regionale Marktplatz der Plattform ein wichtiger Absatzkanal sein. Sowohl der B2B- als auch der B2C-Bereich sind als vollumfänglicher Webshop zu betrachten. Demnach müssen auch Transaktionen inklusive der einhergehenden Zahlungen über die Plattform abgewickelt werden. Die Payment-Funktion ist allerdings auch abseits des E-Commerce für Transaktionen zwischen den Netzwerkteilnehmern von großer Bedeutung. Zukünftig ist hier der Einsatz von Blockchain-Bezahltransaktionen und Smart Contracts denkbar.

2.6.6.1.5 Administration

Um die Kooperationsplattform nutzen zu können, benötigt jeder Nutzer eine zertifizierte Identität, die von der Plattform bereitgestellt werden muss. Bei der Anmeldung muss diese Identität von der Plattform authentifiziert werden. Bei einer erfolgreichen Authentifizierung kann der Nutzer auf die Plattform und deren Funktionalitäten zugreifen. Auf welche Funktionen ein Nutzer zugreifen kann, hängt von seiner Rolle und den gebuchten Services ab. Jedem Nutzer muss eine Rolle zugewiesen werden, die mit bestimmten Berechtigungskonzepten verbunden ist. Je nach Ausprägung des Berechtigungskonzeptes kann ein Nutzer auf gewisse Bereiche der Kooperationsplattform zugreifen und auf andere wiederum nicht. Die korrekte Zuweisung von Berechtigungen spielt insbesondere für den Datenaustausch über Datenräume eine große Rolle, da eindeutig definiert sein muss, welcher Nutzer auf welche Daten zugreifen darf. Neben der Bereitstellung rollenbasierter Identitäten befasst die Domäne Administration sich auch mit der Registrierung der Services. Jedes Unternehmen muss in der Lage sein, alle seine Services strukturiert registrieren zu können. Dabei werden die Services einheitlich

[145] Vgl. (Otto & Klaus, 2018, S. 26).
[146] Vgl. (Smart Connected Supplier Network, o.J.).
[147] Vgl. (Green Deal Dataspace, o.J.).

nach einem bestimmten Schema registriert und in einem Serviceverzeichnis abgelegt. Das Schema gliedert alle Logistik- und Wertschöpfungsservices nach einer eindeutigen Systematik. Beispielsweise könnte ein Lkw-Transport nach der Systematik „Logistik → Transport → Lkw → Gesamtgewicht = 30,480 t; Ladungsart = 40 Fuß-Container“ im Serviceverzeichnis abgelegt werden. Das strukturierte Serviceverzeichnis enthält alle im Marktplatz angebotenen Services, aus denen die Lieferkette sich im Rahmen der Lieferkettenkonfiguration zusammensetzt. Mithilfe der registrierten Services können Unternehmen aussagekräftige Unternehmensprofile erstellen, in denen sie ihre Kompetenzen und Qualifikation präsentieren. Die Profile können auch durch das Hochladen von Dokumenten, wie Zertifikaten, Genehmigungen, Lizenzen oder Siegeln, ergänzt werden.

2.6.6.2 Konsolidierung und Einordnung der Unterkategorien der Domänen

Um den einzelnen Domänen eine tiefere Ebene zu verleihen und damit ein besseres Verständnis dafür zu schaffen, wann und in welchen Bereichen die Domänen wirken, wurde das Domänenmodell um die Parameter Planungsebenen und Supply Chain-Phasen erweitert. Die Planungsebenen werden dabei in operativ (< 1 Jahr), taktisch (1-3 Jahre) und strategisch (> 5 Jahre) unterteilt, während die Supply Chain-Phasen aus den Kategorien Planung, Realisierung und Betrieb & Kontrolle bestehen (Abbildung 2-20).

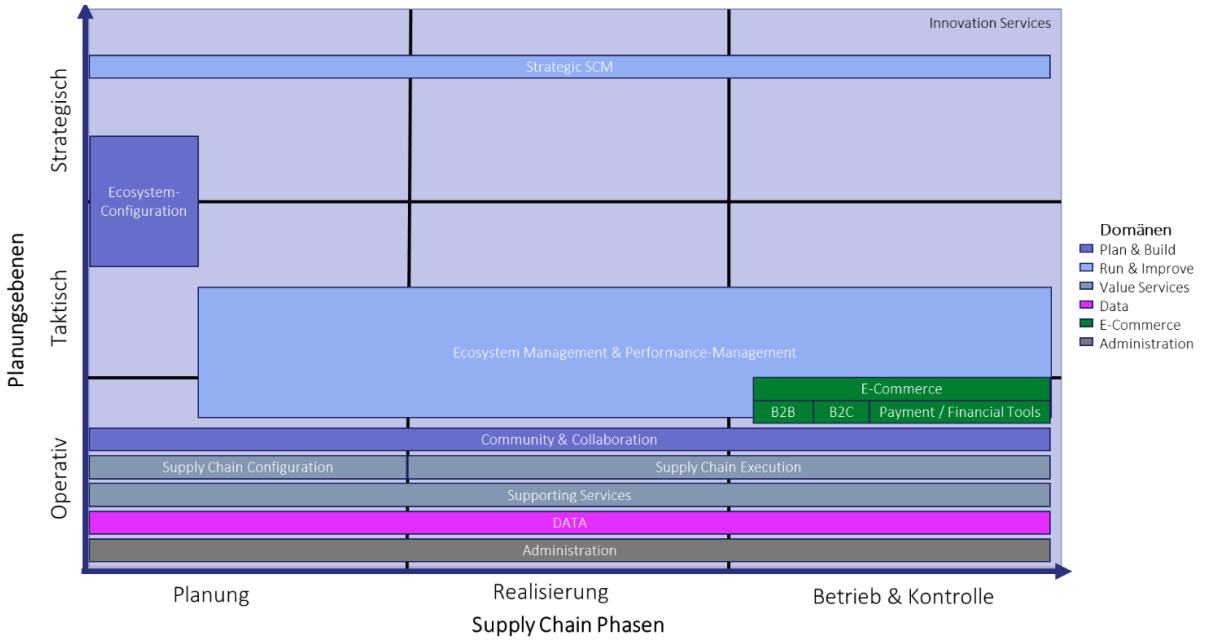


Abbildung 2-20: Domänenmodell Einordnung in Planungsebenen und Supply Chain Phasen

Der Großteil der Domänen lässt sich dabei dem operativen Bereich zuordnen, da die Kooperationsplattform in erster Linie den Betrieb und dessen Effizienz im SPaCiH sicherzustellen hat. Im Übergang von der operativen zur taktischen Planungsebene liegt das Ecosystem-Management zusammen mit dem Performance-Management. Während das Ecosystem-Management sich mit der Ecosystem-Rekonfiguration auseinandersetzt und damit auf die Effektivität des SPaCiHs abzielt, ist das Performance-Management primär für die Effizienz eines SPaCiHs zuständig. Da die Domäne sowohl im operativen Betrieb greift als auch eine langfristigere Ausrichtung des SPaCiHs umfasst, ist sie zwischen diesen beiden Planungsebenen eingeordnet. Eine ähnliche Überschneidung lässt sich ebenfalls bei der Domäne Ecosystem-Configuration wiederfinden. An dieser Stelle ist sie jedoch zwischen der strategischen und der taktischen Planungsebene eingeordnet. Die gesamte Netzwerkkonfiguration sowie die einzelnen Gewerbeparkkonfigurationen sind naturgemäß ein langfristiges Vorhaben, welches in der Regel über mehrere Jahre verläuft. Die Domäne der Innovationservices hebt sich von den anderen Domänen deutlich ab, da diese sich sowohl über alle Planungs- als auch Supply Chain-Phasen vollzieht.

Das gesamte SPaCiH-Konzept beruht auf innovationsgetriebenen Geschäftsprozessausrichtungen, sodass die Domäne Innovationservices über alle Phasen hinweg berücksichtigt werden sollte.

2.6.7 Implementierung

Die Realisierung einer Kooperationsplattform, die alle Anforderungen der beschriebenen Domänen erfüllt, ist ein sehr komplexes Vorhaben. Derzeit existiert keine Plattform auf dem Markt, die alle beschriebenen Funktionen vollständig abdeckt. Heutige Plattformen konzentrieren sich meist auf einen oder zwei Bereiche. In der Regel sind sie auf einzelne Funktionen innerhalb einer Domäne spezialisiert, wie z.B. das Tracking & Tracing von Fahrzeugen oder Ladungsträgern. Um die notwendigen Investitionen in die Plattform zu begrenzen, wird, wie in Kapitel 2.3.8 dargestellt, ein Plattform-Ecosystem angestrebt, das es ermöglicht, bestehende Software von Drittanbietern in ein Gesamtkonzept zu integrieren. Mögliche Anbieter von SPaCiH-relevanter Logistiksoftware wurden recherchiert und in einer Übersicht zusammengefasst (vgl. Kapitel 8.8). Ziel ist es, einen diskriminierungsfreien Zugang zur Plattform zu ermöglichen. Daher sind die in Kapitel 2.6.6.1.3 aufgezeigten Standardisierungsbemühungen und die am Markt verfügbaren Softwarelösungen bei der weiteren Ausgestaltung der Plattform zu berücksichtigen. Um dies systematisch zu erreichen, ist für die Umsetzung der Plattform eine Digitalisierungsstrategie erforderlich. Diese sollte, wie im Masterplan (Kapitel 3.1.3 und 7.1) aufgezeigt, in einem Folgeprojekt den Ausgangspunkt im Handlungsfeld Kooperationsplattform bilden.

2.7 Nachhaltige Energieversorgung

Im Folgenden wird ein für die Erreichung des Projektzieles zentraler Supportservice mit seinen möglichen Ausprägungen an einem SPaCiH-Standort beschrieben.

2.7.1 Situation im Energiemarkt

Das Betreiben eines SPaCiHs und die damit verbundene Sicherstellung von Wertschöpfungsaktivitäten im komplexen Anrainerverbund erfordert eine leistungsstarke und kontinuierliche Versorgung mit Energie. Gleichzeitig nehmen weltweit Forderungen zur Abkehr von fossilen Energieträgern und die Transformation hin zur regenerativen Energieversorgung weiter zu. Als wichtige Maßnahme wurde im Jahr 2015 mit dem Pariser Klimaschutzabkommen eine weltweite Vereinbarung beschlossen, in welchem der globale Temperaturanstieg möglichst die 1,5 °-Grenze nicht überschreiten soll. Der 2016 beschlossene Klimaschutzplan der Bundesregierung konkretisiert dieses Vorhaben für Deutschland und setzt sich mit der Modernisierung der Industrie und Gesellschaft auseinander. In dem Klimaschutzplan sind unter anderem Ziele und Maßnahmen festgelegt, die die Energiewende forcieren sollen. So wird die Treibhausgasneutralität bis 2045 erstmals in allen Sektoren übergreifend als Ziel festgelegt, wodurch der Ausbau und die Nutzung von erneuerbaren Energien beschleunigt werden soll. Zuletzt wurde im Rahmen der EEG-Novelle (Erneuerbare-Energien-Gesetz) der Bundesregierung aus dem Jahr 2022 das Ziel speziell im Stromsektor aktualisiert, dass bis zum Jahr 2030 mindestens 80 % des Bruttostromverbrauchs in Deutschland aus erneuerbaren Energien gewonnen werden soll. Im Jahr 2022 lag der Anteil bei 46,2 %, sodass innerhalb von acht Jahren die Leistung in etwa zu verdoppeln wäre. Ähnliche Zielsetzungen werden im Wärmesektor angestrebt, wo der Anteil der erneuerbaren Energien im Jahr 2022 allerdings bei nur 17,4 % lag. Hier soll der Anteil der erneuerbaren Energien bis 2030 auf 50 % gesteigert werden. Dies entspricht etwa einer Verdreifachung der aktuellen Wärmeleistung aus erneuerbaren Energien. Wird allerdings der gesamte aktuelle Primenergieverbrauch Deutschlands berücksichtigt (bestehend aus Einfuhr und Gewinnung), so lag der Anteil der erneuerbaren Energien 2021 lediglich bei 15,9 % (siehe Abbildung 2-21). Die Differenz zwischen der Zielsetzung und dem aktuellen Stand im Strom- sowie im Wärmesektor zeigt demnach auf, dass in kürzester Zeit eine schnelle und umfangreiche Transformation im Energiesektor erfolgen muss.

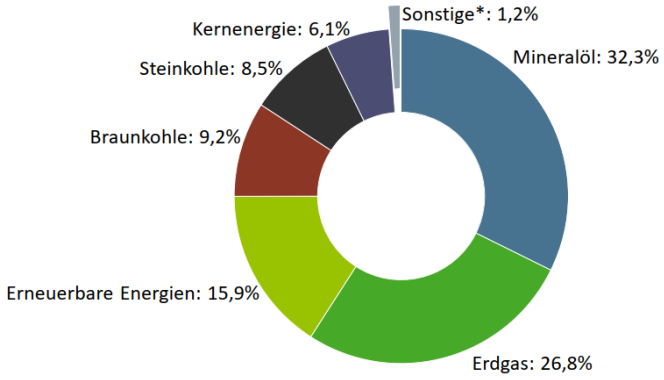


Abbildung 2-21: Primärenergieverbrauch in Deutschland 2021[148]

Die gesamte deutsche Energiewirtschaft ist zudem von Energieimporten aus dem Ausland enorm abhängig. Wie hoch der Anteil der Energieeinfuhr im Vergleich zur Energiegewinnung im Inland ist und in welche Sektoren die Energie anschließend fließt, ist in dem nachfolgenden Energieflussbild Deutschlands 2020 aufgezeigt.

[148] Vgl. (BDEW, 2022a, S. 4).

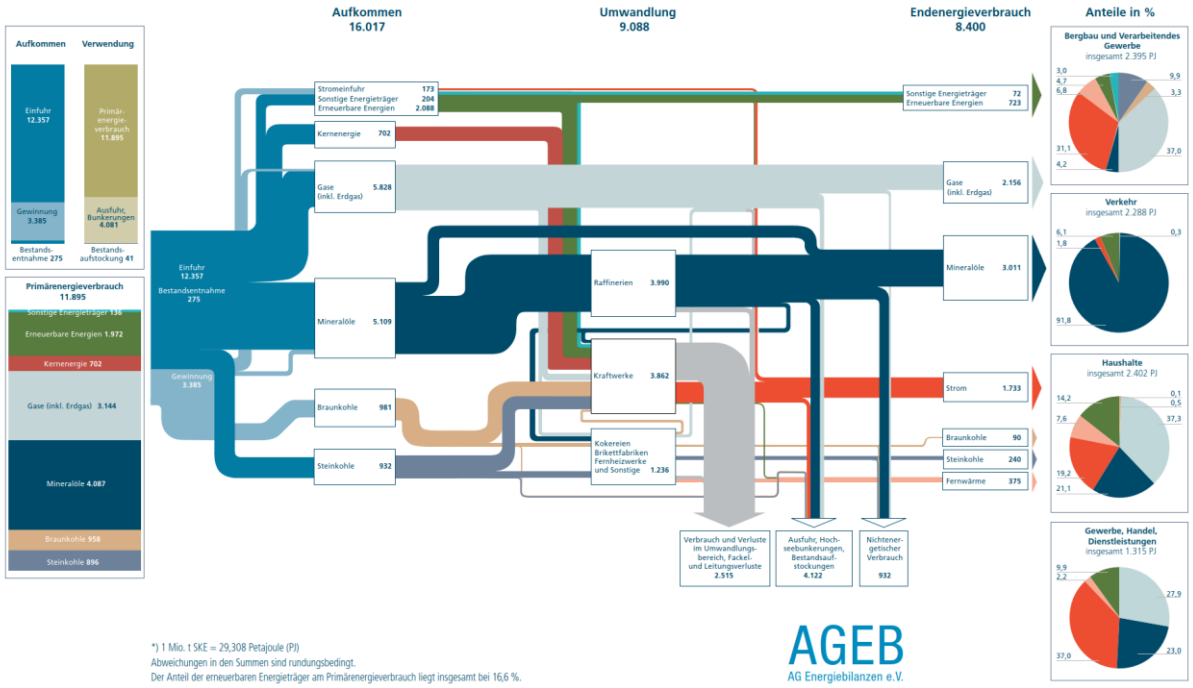


Abbildung 2-22: Energieflussbild Deutschlands 2020 in PJ (Petajoule)[149]

Während in Deutschland 3.385 PJ Energie gewonnen wurde, mussten aus dem Ausland rund 12.357 PJ importiert werden. Damit wurde der Energieverbrauch in Deutschland zu lediglich 29 % aus inländischen Energiequellen gedeckt. Die größten Importe machten dabei Erdgas (44,3 %) und Mineralöle (40,5 %) aus, gefolgt von Steinkohle (7 %) und Kernenergie (5,7 %). Die drei wichtigsten Importländer der Energieträger für Deutschland waren dabei Russland, Norwegen und die USA.

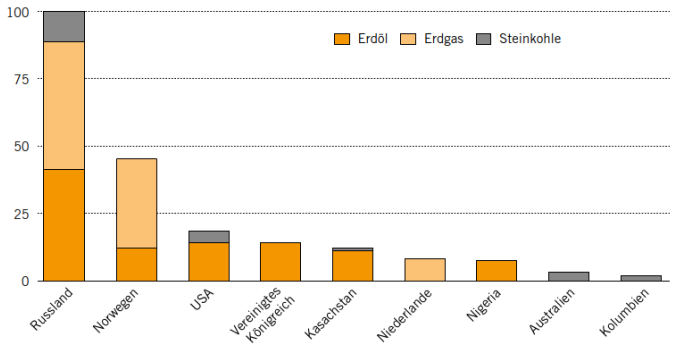


Abbildung 2-23: Energierohstofflieferanten Deutschlands 2020 (Angaben in Mio. t SKE)[150]

Den mit Abstand größten Anteil bei Erdöl, Erdgas und Steinkohle machte dabei Russland aus. Damit war das Land bei allen drei Energieträgern der wichtigste Energie-Rohstofflieferant für Deutschland. Jedoch hat sich die hohe Abhängigkeit von Energieimporten aus Russland durch den 2022 ausgebrochenen Angriffskrieg von Russland auf die Ukraine für Deutschland zum großen Problem entwickelt. Seit Kriegsbeginn hat der Anteil der Energieimporte aus Russland sich bei allen drei Energieträgern zunächst drastisch reduziert und liegt seit Jahresbeginn 2023 bei 0 % in Deutschland. Aus diesem Grund rückt die Bedeutung der regenerativen Energiegewinnung im Inland weiter in den Vordergrund. Die im Inland Deutschlands 2020 gewonnene Energie setzte sich bereits zum Großteil aus erneuerbaren Energien

[149] (AGEB, 2022a).
[150] Vgl. (World Energy Council, 2021, S. 103).

(57,6 %) und Braunkohle (28,9 %) zusammen. Aufgrund des geplanten Kohleausstiegs werden sich erneuerbare Energien zur wichtigsten und nahezu einzigen Energiequelle aus dem Inland entwickeln (müssen). Dies ist eine enorme Herausforderung, aber zugleich auch eine Chance für die Energiewende in Deutschland.

2.7.2 Erneuerbare Energien im SPaCiH

In Anbetracht des kurzen Zeitraums und der ambitionierten Zielsetzung sind im Rahmen der SPaCiH-Konfiguration daher von Beginn an Konzepte zur nachhaltigen Energieversorgung zu integrieren. Dies umfasst den Aufbau einer regenerativen (grünen) Energieversorgung. Innerhalb eines SPaCiHs sollen unterschiedliche erneuerbare Energieträger genutzt werden, sodass der gesamte Energiebedarf eines SPaCiHs idealerweise selbständig oder im SPaCiH Netzwerk gedeckt wird. Dazu gehört die Umwandlung von Primärenergie aus Sonne, Wind, Biomasse, Wasser und Erd- und Umweltwärme. Die konkreten Bausteine bzw. Anlagen zur regenerativen Energieversorgung sind in Tabelle 2-10 aufgelistet und von den fossilen Energieträgern abgegrenzt. Ein ideales SPaCiH enthält mindestens einen, besser jedoch eine Kombination aus mehrerer dieser Anlagen. Die regenerativen Anlagen wandeln die primäre Energie in sekundäre Energie um, welche innerhalb des SPaCiHs anschließend in Form von Strom, Wärme und Treib- bzw. Brennstoff genutzt werden kann.[151]

Merkmal	Ausprägung				
Regenerative Energieerzeugungs-anlagen	Photovoltaik-anlage	Solarthermie-anlage	Windkraft-anlage	Geothermie-anlage und Luft-Wasser-Wärmepumpe	Wasser-kraftwerk
	Biogasanlage	Biomasse(heiz)-kraftwerk	Bioraffinerie	Blockheizkraft-werk	Elektrolyse-anlage
Speichermodule	Elektrische Energie	Thermische Energie	Chemische Energie	Mechanische Energie	
Legende					
Umwandlung in:	Elektrizität	Wärme	Elektrizität & Wärme	Brennstoff/ Treibstoff	

Tabelle 2-10: Übersicht fossile und regenerative Energieerzeugungsanlagen sowie Speichermodule

2.7.2.1 Photovoltaikanlagen

Die Photovoltaikanlage (PV-Anlage) ist einer der grundlegendsten Bausteine zur regenerativen Energieerzeugung. Unter Photovoltaik wird grundsätzlich die direkte Umwandlung von Sonnenlicht in Elektrizität verstanden. Die Umwandlung erfolgt mittels Solarzellen, welche den Photonenstrom der Sonne in elektrische Energie umwandeln.[152] Die Anlagen lassen sich modular zusammenschalten und werden üblicherweise dezentral auf Gebäudedächern, Gebäudefassaden oder auf freien Flächen oder alternativ zentral in Regionen mit hoher Sonneneinstrahlung in Solar Parks aufgebaut. Der Ausbau von PV-Anlagen hat seit Mitte der 2000er Jahre einen enormen Aufschwung erfahren. Seitdem hat die Technologie sich zu einer der wichtigsten Säulen der Nachfragedeckung nach elektrischer Energie in Deutschland entwickelt.[153] In Deutschland wurde 2021 etwa 51,2 Mrd. kWh Strom aus PV-Anlagen produziert, was einen Anteil von ca. 8,7 % der gesamten Bruttostromerzeugung Deutschlands ausmacht.[154] Bis 2030 soll das Potenzial weiter ausgebaut und die Produktion von Strom aus PV-Anlagen

[151] Vgl. (Volpert, Janßen, & Weitzel, 2021, S. 17).
[152] Vgl. (Volpert, Janßen, & Weitzel, 2021, S. 192 ff.).
[153] Vgl. (Kaltschmitt & Streicher, 2020, S. 456).
[154] Vgl. (Umweltbundesamt, 2022, S. 8) und (BDEW, 2022a, S. 24).

auf 215 Mrd. kWh erhöht werden[155]. Viele Unternehmen haben die Vorteile der grünen und eigenständigen Stromproduktion aus PV-Anlagen erkannt, sodass der Ausbau der Anlagen mittlerweile vermehrt in Gewerbegebieten erfolgt. Ein Best Practice-Beispiel für erfolgreiche Energiegewinnung aus PV-Anlagen ist die Alois-Müller-Gruppe, welche in ihrer Hauptzentrale eine grüne Fabrik (Green Factory) errichtet hat, die eine CO_2-neutrale Produktion ermöglicht. Durch 200.000 Solarzellen auf den Dächern der grünen Fabrik, die rund zwei Drittel der erforderlichen elektrischen Energie liefern, digitalisierte Abläufe, ein intelligentes Enterprise-Ressource-Planning (ERP-System) und Speichertechnologien ist dies möglich.[156] Bei Überproduktion von Solarstrom wird der Überschuss in das öffentliche Stromnetz eingespeist, wodurch zusätzliche Wertschöpfung sich generieren lässt und ein Mehrwert für die umliegende Region entsteht. Die Entwicklung der technologischen und ökonomischen Reife sowie die breite Akzeptanz der Bevölkerung für PV-Anlagen ermöglichen, dass der Ausbau von PV-Anlagen in einem SPaCiH von Beginn an priorisiert werden kann.

Abbildung 2-24: CO_2-neutrale Fabrik – Green Factory der Alois-Müller-Gruppe[157]

2.7.2.2 Solarthermie

Im Gegensatz zu Photovoltaikanlagen wandeln Solarthermieanlagen das Sonnenlicht mit Hilfe von Solarkollektoren in Wärme um, welche für unterschiedliche Einsatzzwecke nutzbar gemacht wird, darunter Trinkwarmwasser-, Raumwärme- und Prozesswärmebereitstellung.[158] Bei Solarthermie gibt es unterschiedliche Ausprägungstypen hinsichtlich ihrer Bauform und Leistungsfähigkeit. Sie können sowohl für die Wärmeversorgung von privaten Haushalten als auch für Industrie und Gewerbe eingesetzt werden. Die häufigsten Formen von Solarkollektoren für gewerbliche und industrielle Zwecke sind i.d.R. Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren, die meistens zur Trinkwasser-, Heizungswärme-, Prozesswärme-, und Kältebereitstellung eingesetzt und üblicherweise an Gebäude- und Dachfassaden installiert werden.[159] Innerhalb der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien macht die Solarthermie lediglich einen Anteil von 4,2 % aus und liegt damit deutlich hinter der Wärmebereitstellung aus fester Biomasse mit 74,6 %.[160] Solarthermieanlagen eignen sich in Anwendungsszenarien, in denen eine Wärmebereitstellung unterhalb von 120 °C benötigt wird, wie beispielsweise bei der Wärmebereitstellung für Gebäude. Jedoch zeigt die derzeitige Energiekriese mit den damit verbundenen Preissteigerungen auf, dass jedes Potenzial zur eigenständigen

[155] (BMWK, 2023).
[156] Vgl. (Alois-Müller-Gruppe, o.J.).
[157] (Alois-Müller-Gruppe, o.J.).
[158] Vgl. (Kaltschmitt & Streicher, 2020, S. 239).
[159] Vgl. (Schmitt & Pag , 2018).
[160] (StartUs Insights, 2022).

Wärmegenerierung genutzt und die Abkehr von fossilen Energieträgern, insbesondere Erdgas, beschleunigt werden sollte. Während der Ausbau von Solarthermieanlagen in Deutschland in neueren Planungen erst Einzug findet, wie beispielsweise dem Logistikcenter C3 Bremen im GVZ Bremen, gibt es z.B. in der Schweiz bereits erste erfolgreiche Umsetzungen in der Industrie. Beispielsweise hat die AVL List in Graz Solarthermieanlagen auf ihren Dächern installiert, um den den Wärme- und Prozesswärmebedarf ihres Betriebes teilweise zu decken, womit jährlich 320 t CO_2 eingespart werden.[161] Ähnlich ist es bei der Zehnder Group aus Gränichen, die ebenfalls Solarthermieanlagen verwendet und damit im Wesentlichen die Beheizung der Lackieranlagen ermöglicht. Mit der Anlage spart die Zehnder Group 20.000 l Heizöl ein, was umgerechnet einer Menge von 58,4 t CO_2 entspricht.[162] Diverse Potenzialstudien zur Solarthermie geben an, dass der Markt für Solarkollektoren in Deutschland groß ist, daher sollte bei der SPaCiH-Parkkonfiguration diese Technologie ebenfalls Berücksichtigung finden.[163]

Abbildung 2-25: Solarthermieanlagen bei AVL List[164]

2.7.2.3 Windkraftanlagen

Neben Photovoltaikanlagen leisten im Zuge der Energiewende insbesondere Windkraftanlagen einen wichtigen Beitrag zur globalen Treibhausgasreduzierung. Bei der Windenergie erfolgt die Stromproduktion mithilfe von Windkraftanlagen, die mit ihren Rotorblättern dem Wind ihre Energie entziehen und diese über eine Rotorwelle an einen Generator übertragen, welcher die elektrische Energie erzeugt.[165] In der Energiestatistik wird grundsätzlich zwischen Windkraftanlagen an Land (Onshore) und auf See (Offshore) unterschieden. In Deutschland wurden 2021 etwa 91,2 Mrd. kWh Strom Onshore und 24,3 Mrd. kWh Strom Offshore produziert, was zusammen einem Anteil von 19,8 % der Bruttostromerzeugung entspricht und damit Windenergie zum wichtigsten Energieträger im deutschen Strommix macht.[166] Bis 2050 soll die Produktion von Strom aus Windkraftanlagen aus Onshore auf 400 Mrd. kWh und Offshore auf 200 Mrd. kWh erhöht werden.[167] Derzeit hat Deutschland den größten Markt in der EU für Windkraftstromerzeugung.[168] Mit der ambitionierten Zielsetzung bis

[161] Vgl. (Report, o.J.).
[162] Vgl. (Ritter XL Solar, o.J.); umgerechnet auf CO_2-Rechner des Umweltbundesamtes.
[163] Vgl. (Schmitt & Pag , 2018).
[164] (Report, o.J.).
[165] (Kaltschmitt & Streicher, 2020, S. 461).
[166] Vgl. (BDEW, 2022a, S. 24).
[167] Vgl. (Deutsche Post DHL Group, 2019, S. 19).
[168] (Kaltschmitt & Streicher, 2020, S. 575 f.).

2050 soll die Position weiter verstärkt werden. Dementsprechend ist die Integration von Windenergie auch in einem SPaCiH zu prüfen. Es stellt sich hierbei die Frage, ob Gewerbegebiete ideale Standorte für einen Zusammenschluss von mehreren Windkraftanlagen abbilden. Die Installation von Windkraftanlagen ist i.d.R. damit verbunden, dass ausreichend Flächen vorliegen und hinreichend Abstände zwischen den Anlagen sowie zu in der Nähe liegenden Wohngebieten bestehen sollten. Die Flächennutzung zur Energieerzeugung steht damit in Konkurrenz zu Gewerbegebäuden, logistischen Infrastrukturen sowie zur Flächenreservierung für Biodiversität. Es bietet sich allerdings an, dass Anrainer auf ihren eigenen Betriebsgeländen Flächen für einzelne Windkraftanlagen bereitstellen. Jedoch ist das Genehmigungsverfahren in Deutschland für Windkraftanlagen auf Industrie- und Gewerbegebieten äußerst umständlich, da diese häufig in der Baunutzungsverordnung nicht aufgenommen sind und zudem festgelegte Höhenbegrenzungen im Bebauungsplan die Errichtung dieser Anlagen blockieren. Das BWE fordert daher entsprechende Anpassungen in der Baunutzungsverordnung und eine Öffnung der Industrie- und Gewerbegebiete für Windenergie.[169] Wie eine Integration in einem Gewerbepark aussehen kann, zeigt der Green Park in Reading/ Vereinigtes Königreich auf. Auf dem nachhaltig ausgerichteten Gewerbepark ist eine 120 m hohe Windkraftanlage errichtet, welche 4,5 Mio. kWh Strom pro Jahr produziert und dabei umliegende Unternehmen und Haushalte im Radius von zwei Quadratmeilen versorgt.[170] Etwa 30 % der Energie wird ins nationale Stromnetz eingespeist. Alternativ hierzu besteht auch die Möglichkeit mehrere klein dimensionierte Windkraftanlagen in das SPaCiH einzubinden.

Abbildung 2-26: Windkraftanlage im Green Park[171]

2.7.2.4 Geothermieanlagen und Wärmepumpen

Als Geothermie wird die Wärme aus dem Erdinneren bezeichnet, die über Bohrungen angezapft wird und zum Heizen, Kühlen und zur Stromerzeugung genutzt werden kann.[172] Es kann grundsätzlich zwischen oberflächennaher und tiefer Geothermie unterschieden werden. Während oberflächennahe Geothermie die Erdwärme aus bis zu 400 m Tiefe nutzt, stößt die tiefe Geothermie in tiefere Dimensionen der Erdkruste vor, welche mehrere Kilometer tief sein können. Im Bereich der tiefen Geothermie kommen Geothermieheizkraftwerke und Geothermiekraftwerke (wenn auch in Deutschland nur an wenigen Stellen) zur Wärme- und Stromerzeugung zum Einsatz. Im internationalen Vergleich ist Deutschland aufgrund der im Inland vorliegenden Erdkrustenzusammensetzung nicht der beste Standort für tiefe Geothermie, da deutlich höhere Bohrtiefen zum Erreichen derselben

[169] Vgl. (BWE, 2022).
[170] Vgl. (Green Park, o.J.a).
[171] (Green Park, o.J.b).
[172] Vgl. (Umweltbundesamt, 2021) und (Volpert, Janßen, & Weitzel, 2021, S. 37).

Temperaturen als in anderen Ländern erforderlich sind.[173] Zudem wurde das Marktwachstum für tiefe Geothermie durch die günstigeren fossilen Energieträgerpreise gehemmt. Dementsprechend fällt auch der Beitrag von tiefer Geothermie in Deutschland zur Stromerzeugung und zur Wärmebereitstellung entsprechend gering aus. Bei der Wärmebereitstellung 2021 machten die tiefe Geothermie 0,8 % und die oberflächennahe Geothermie 9 % der Anteile von erneuerbaren Energien aus.[174] Bei der Stromerzeugung liegt der Anteil von Geothermie noch niedriger, wobei Geothermie innerhalb der erneuerbaren Energien 2021 einen Anteil von 0,1 % ausmachte.[175] Dennoch wird sowohl der tiefen als auch der oberflächennahen Geothermie ein großes Potenzial bei der Energiewende zugesprochen. Derzeit sind bei der tiefen Geothermie in Deutschland 42 Anlagen installiert, vier im Bau und 34 weitere Anlagen in Planung.[176] Bei der oberflächennahen Geothermie kommen zurzeit 440.000 Anlagen in Ein- oder Mehrfamilienhäusern, öffentlichen Einrichtungen, Krankenhäusern, Schulen oder Gewerbebetrieben zum Einsatz, wobei jährlich ca. 27.000 Anlagen hinzukommen (Stand 2021).[177] Da bei der oberflächennahen Geothermie geringere Bohrtiefen erforderlich sind und die Installation prinzipiell in jedem Unternehmen und an jedem Standort möglich ist, soll hierauf der Fokus bei der Integration von Geothermie im SPaCiH gesetzt werden. Bei der oberflächennahen Geothermie kommen Wärmepumpen zum Einsatz und ermöglichen so eine effektive Beheizung der Gebäude. Die Wärmepumpe entzieht dabei einer Wärmequelle aus der Umgebung mit niedriger Temperatur die Energie und bringt diese auf ein höheres Temperaturniveau.[178] Im Falle der oberflächennahen Geothermie entzieht die Wärmepumpe die Wärme aus dem Grundwasser oder dem Erdreich. Eine Wärmepumpe ist darüber hinaus ebenfalls in der Lage, Wärme aus der Umgebungsluft sowie speziell aus Flüssen entziehen.[179]

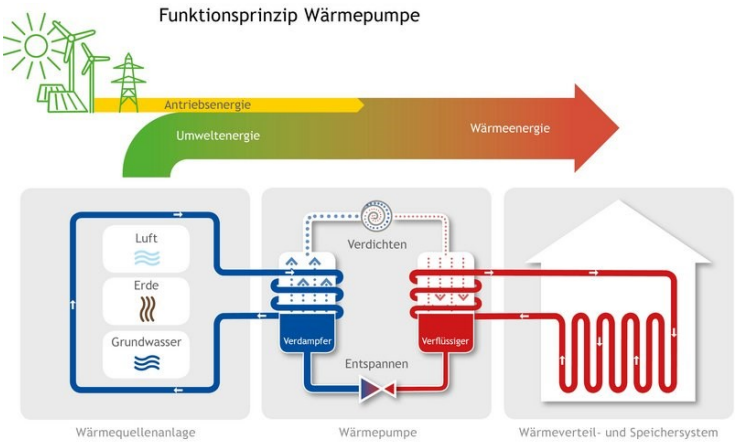


Abbildung 2-27: Funktionsprinzip einer Wärmepumpe[180]

Ein zentraler Vorteil von Wärmepumpen besteht darin, dass diese sich neben der Wärmebereitstellung zusätzlich zur Gebäudekühlung einsetzen lassen und damit einen doppelten Mehrwert für die Energieversorgung bieten.[181] Dabei wird der Betriebsmodus der Wärmepumpe in warmen Sommertagen umgeschaltet und das Funktionsprinzip der Wärmepumpe umkehrt. Hierbei wird nun der

[173] Vgl. (Quaschning, 2021a, S. 277).
[174] Vgl. (StartUs Insights, 2022).
[175] Vgl. (Umweltbundesamt, 2022, S. 8).
[176] Vgl. (Bundesverband Geothermie, o.J.a).
[177] Vgl. (Bundesverband Geothermie, o.J.b).
[178] Vgl. (Quaschning, 2021a, S. 289).
[179] Vgl. (Quaschning, 2021a, S. 290).
[180] (Bundesverband Wärmepumpe e.V., o.J.).
[181] Vgl. (Bußmann, 2012, S. 138).

Umgebungsluft im Gebäude die Wärme entzogen und anschließend nach außen geleitet. Zudem sind Wärmepumpen, die ihre notwendige Antriebsenergie aus regenerativen Energiequellen beziehen, eine effiziente und klimaneutrale Möglichkeit der Wärmeversorgung.[182] Das Potenzial der Nutzung von oberflächennaher Geothermie bis zu 100 m Tiefe wird in den meisten Teilen von NRW vom geologischen Dienst NRW insgesamt als gut bis sehr gut eingeschätzt.[183]

Im Grafschafter Gewerbepark Genend in Moers kommt beispielsweise eine Geothermieanlage zum Einsatz, die Wärme für die Büroflächen eines mittelständischen Unternehmens bereitstellt. Dabei wurden acht 99 m tiefe Erdwärmesonden installiert. Eine Wärmepumpe sorgt dabei für den Temperaturaustausch, sodass im Sommer Wärme und Winter umgekehrt Kälte aus den Bohrlöchern bezogen wird.[184] In Kombination mit Photovoltaik wird der Standort nach eigenen Angaben zu 100 % aus erneuerbaren Energiequellen und ohne CO_2 Emissionen versorgt.

Da das SPaCiH in der Regel trimodal erschlossen sein und somit in unmittelbarer Nähe zu Wasserstraßen liegen soll, erscheint es naheliegend, das Wärmepotenzial aus Flüssen oder Kanälen zu nutzen. In Mannheim wird von der Mannheimer MVV Energie AG derzeit ein erster Prototyp einer Flussgroßwärmepumpe installiert, welche ab Herbst 2023 in Betrieb gehen soll. Die Flussgroßwärmepumpe soll dem Rhein Wärme entziehen und damit Fernwärme erzeugen. Nach ersten Einschätzungen der MVV Energie sollen dadurch bis zu 3.500 Haushalte mit Fernwärme versorgt und jährlich bis zu 10.000 t CO_2 eingespart werden. Voraussetzung zum Betrieb der Flussgroßwärmepumpe ist ein Temperaturniveau oberhalb der 3°C Wassertemperatur. Die Effizienz der Anlage steigt mit zunehmender Wassertemperatur, da die Anlage weniger Wärme zum Heizen benötigt, und ist abhängig vom Pegelstand (Hoch- bzw. Niedrigwasser beeinflussen Betrieb).[185]

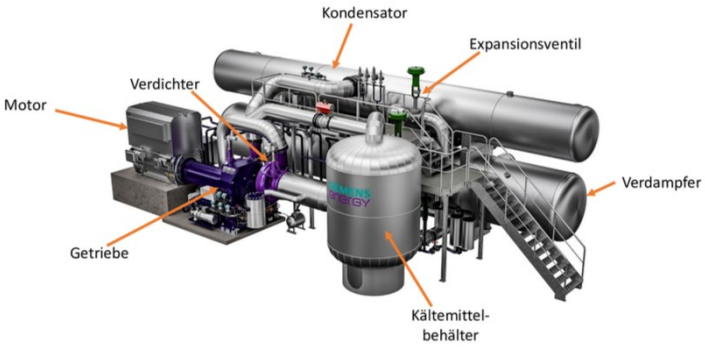


Abbildung 2-28: Aufbau der Flussgroßwärmepumpe[186]

2.7.2.5 Wasserkraftwerk

Die Wasserkraft gilt bei der Stromerzeugung weltweit als eine der wichtigsten regenerativen Energiequellen. In Norwegen erreicht die Stromgewinnung aus Wasserkraft einen Anteil von fast 100 %, während in Österreich der Anteil bei 60 % liegt. Allerdings fällt der Anteil der Wasserkraft an der Stromerzeugung in den einzelnen Ländern unterschiedlich aus, da die Gewinnung stark von den geografischen Gegebenheiten abhängig ist und der Ausbau der Anlagen in der Vergangenheit unterschiedlich gefördert wurde. In Deutschland machte die Wasserkraft bei der Bruttostromerzeugung im Jahr 2021 einen Anteil von 3,3 % aus, wobei der Großteil hiervon in den südlichen Bundesländern

[182] Vgl. (Volpert, Janßen, & Weitzel, 2021, S. 379).
[183] Vgl. (Geologischer Dienst NRW, o.J.).
[184] Vgl. (Energie-Experten, o.J.).
[185] Vgl. (Eckert, 2022) und (BDEW, 2022b).
[186] (EN:Former, 2022).

Baden-Württemberg sowie Bayern gewonnen wurde.[187] Ein Vorteil bei der Gewinnung von Strom aus Wasserkraft ist, dass Wasserkraftwerke witterungsunabhängig sind und damit eine permanente Versorgungssicherheit ermöglichen (lediglich bei Niedrigwasser ist die Gewinnung eingeschränkt). In einem Wasserkraftwerk wird durch Wasserturbinen dem Wasser die Energie entzogen, welche wiederum einen Generator antreibt und damit elektrische Energie erzeugt.[188] Wasserkraftwerke gibt es in unterschiedlichen Ausprägungen, dazu gehören Laufwasserkraftwerke, Speicherwasserkraftwerke sowie Pumpwasserkraftwerke. Sollen Wasserkraftwerke in das SPaCiH-Energieversorgungskonzept einbezogen werden, so kommen vorrangig Laufwasserkraftwerke in Frage, da diese die Wassermengen der Flussverläufe nutzen können. Da ein SPaCiH idealerweise trimodal an Binnenwasserstraßen erschlossen ist, bieten Laufwasserkraftwerke sich unmittelbar an. Die größten Laufwasserkraftwerke Deutschlands liegen am Rhein, überwiegend im Süden Deutschlands am Oberrhein und Hochrhein.[189] Für einen wirtschaftlichen Betrieb von Laufwasserkraftwerken muss allerdings ein ausreichender Höhenunterschied im Flussverlauf vorliegen, welcher durch eine Stauung realisiert wird, sich jedoch negativ auf die Schifffahrt auswirken kann, da hierzu Schleusen zu errichten sind. Zusätzlich kommt hinzu, dass beim Neubau oder bei der Modernisierung von Wasserkraftanlagen in Deutschland strenge Umweltauflagen vorliegen, die den Ausbau von Wasserkraft bremsen.[190]

Abbildung 2-29: Laufwasserkraftwerk Laufenburg[191]

Die Einbeziehung von Laufwasserkraftwerken in das Energieversorgungskonzept eines SPaCiHs sind zwar für einen potenziellen Standort denkbar, jedoch aufgrund der erforderlichen Stauung und der damit verbundenen Schifffahrtsbeeinträchtigung weniger geeignet. Daher müssen Alternativen in Betracht gezogen werden, in denen Energie aus den Flussverläufen bezogen werden kann. Einen möglichen Lösungsansatz stellen hierbei hydrokinetische Turbinen dar. Das EU-geförderte Konzept DesignPro Renewables hat dabei eine schwimmende hydrokinetische Turbine vorgestellt, welche in der Lage ist, Energie aus fließendem Wasser in Flüssen, Kanälen und Mündungen zu beziehen, ohne dass hierfür umfangreiche Infrastrukturerrichtung, wie Staudämme, Schleusen oder Umleitungskanäle, zu errichten sind. Durch die im Vergleich zu anderen Wasserkraftwerken kompaktere Bauweise wird der Eingriff in das Wasserstraßennetz möglichst geringgehalten und der Schiffsverkehr nicht beeinträchtigt.[192]

[187] Vgl. (BDEW, 2022a, S. 23) und (BDW, o.J.).
[188] Vgl. (Volpert, Janßen, & Weitzel, 2021, S. 258).
[189] Vgl. (Quaschning, 2021a, S. 262).
[190] Vgl. (Quaschning, 2021a, S. 262).
[191] (Quaschning, 2021a, S. 262).
[192] Vgl. (Europäische Kommission, 2020a).

Abbildung 2-30: Hydrokinetische Turbine des DesignPro Renewables-Projektes[193]

2.7.2.6 Energie aus Biomasse

Bei der Abkehr von fossilen Energien ist die Nutzung von Biomasse ein wichtiger Hebel zur Etablierung einer Bioökonomie und damit einhergehend auch einer nachhaltigeren Energieversorgung. Biomasse kann gleich für mehrere Einsatzzwecke, insbesondere auch energetische, verwendet werden. Dazu gehören u.a. Biogasanalagen, Biomassekraftwerke, Biomasseheizkraftwerke sowie Bioraffinieren. Bei der energetischen Nutzung von Biomasse können Wärme, Elektrizität und Treibstoff gewonnen werden. Zudem lässt sich bei der stofflichen Nutzung Biomasse als Rohstoff zur Kunststoffproduktion einsetzen.

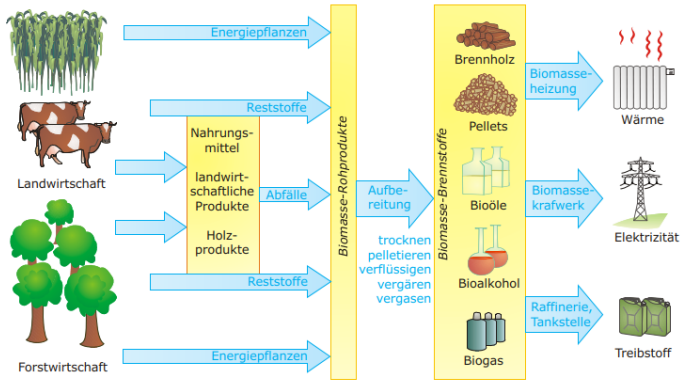


Abbildung 2-31: Möglichkeiten der Biomassennutzung[194]

Grundsätzlich umfasst der Begriff der Biomasse eine breite Palette an organischen und kohlenstoffhaltigen Stoffen, welche überwiegend aus der Agrar-, Forst-, Fischerei- (inkl. Aquakultur) sowie Abfallwirtschaft bezogen werden.[195] Zwar bestehen fossile Rohstoffe ebenfalls aus kohlenstoffhaltigen Stoffen und haben damit ihren Ursprung aus Biomasse, diese sind jedoch über einen Millionen Jahre andauernden Prozess entstanden, wodurch sie eine höhere Energiedichte aufweisen als neuzeitliche Biomasse.[196] Bei der Nettowärmeerzeugung in Deutschland machte im Jahr 2021 Biomasse 9,2 % und biogener Siedlungsabfall 7,3 % der Energieträger aus, womit Biomasse mit großem Abstand die wichtigste erneuerbare Energiequelle für Wärme abbildet.[197] Anders sieht es bei der

193 (Europäische Kommission, 2020a).
194 (Volpert, Janßen, & Weitzel, 2021, S. 390).
195 Vgl. (Bloche-Daub, et al., 2016, S. 3).
196 Vgl. (FNR, o.J. a).
197 Vgl. (BDEW, 2022a, S. 38).

Bruttostromerzeugung aus, wo Biomasse als Energieträger zur Stromerzeugung einen Anteil von 7,8 % ausmacht und damit hinter Windkraft (19,8 %) und Photovoltaik (8,7 %) liegt.[198] Im Verkehrssektor liegt der Anteil von Biokraftstoff aus Biomasse im Vergleich zum gesamten Kraftstoffverbrauch bei 5,7 %, gefolgt von Benzin (30,3 %) und Diesel (63,3 %).[199] Für die Bereitstellung von Wärme aus Biomasse können Biomasseheizwerke, Biomasseheizkraftwerke und Biogasanlagen (Abwärme) in Betracht gezogen werden. Der Vorteil der letztgenannten Anlagen besteht darin, dass neben der Wärmebereistellung ebenfalls Strom generiert wird. Nachfolgend sollen die einzelnen Energieanlagen der Biomasse erläutert werden.

Biogasanlagen bauen unter dem Einsatz von Bakterien sowie unter Ausschluss von Sauerstoff Biomasse ab und erzeugen damit Biogas.[200] Beim Abbauprozess entsteht zusätzlich Prozesswärme, welche sich beispielsweise zur Heizung von Gebäuden nutzen lässt.[201] Die meisten Biogasanlagen in Deutschland werden in Kombination mit Blockheizkraftwerken betrieben, sodass direkt vor Ort Strom- und Wärme produziert wird.[202] Alternativ kann bei der Biogasproduktion das Biogas auf Erdgasqualität zu Biomethan aufbereitet und anschließend in das Erdgasnetz eingespeist werden.[203] Die meisten Biogasanlagen sind in landwirtschaftlichen Betrieben sowie in der Nähe von Klärwerken angesiedelt, zum einen, um die Transportwege zwischen Quellen und Senken der Biomasseproduktion- und Biomasseverarbeitung kurz zu halten, und zum anderen, um nahe Wohngebiete vor Gerüchen und Schadstoffen zu schützen.[204] Aus diesem Grund könnte eine Integration von Biogasanlagen innerhalb des SPaCiHs zunächst auf Widerstand seitens der Anrainer stoßen und die Aufenthaltsqualität im Gewerbepark senken. Derzeit sind jedoch auch Unternehmen und Projekte aktiv, die im Bereich der Wasserstoffgewinnung aus Biogas tätig sind. So kann ein alternatives (wenn auch nicht komplett geruchsfreies) Herstellungsverfahren neben Elektrolyseanlagen innerhalb eines H2-Hubs dargestellt werden.[205]

In einem Biomasseheizkraftwerk können durch die Verbrennung von fester Biomasse sowohl Strom als auch Wärme erzeugt werden. Im Gegensatz zu Biomassekraftwerken, welche nur auf die Erzeugung von Strom beschränkt sind, können Biomasseheizkraftwerke den Biomassebrennstoff besser ausnutzen.[206] Sind die Anlagen auf ausschließliche Wärmebereitstellung ausgerichtet, so wird von Biomasseheizwerken gesprochen. In Deutschland ist im Allgemeinen der Ausbau von Biomasseanlagen in Folge des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) stark angestiegen. Je nach Leistungs- und Größenkategorie der Biomasseheizkraftwerke können die Anlagen den Wärmebedarf von Industriebetrieben sowie über Nah- und Fernwärmenetze umliegende Stadtgebiete versorgen.[207] In der nordrhein-westfälischen Stadt Goch betreibt beispielsweise der Lebensmittelhersteller Nähr-Engel GmbH zusammen mit den Stadtwerken ein Biomasseheizkraftwerk mit einer Leistung von 8,5 MW (elektrisch) und 28 MW (thermisch). Die Anlage erzeugt hierdurch jährlich Strom für bis zu 11.000 Haushalte sowie 130.000 t Prozesswärme (Wasserdampf) für die Verarbeitung von Kartoffeln. Die CO_2 Einsparung im Vergleich zu herkömmlichen Anlagen liegt an diesem Standort bei 48.000 t pro Jahr.[208]

[198] Vgl. (BDEW, 2022a, S. 23).
[199] Vgl. (FNR, o.J. b).
[200] Vgl. (Umweltbundesamt, o.J.).
[201] Vgl. (Volpert, Janßen, & Weitzel, 2021, S. 398).
[202] Vgl. (Volpert, Janßen, & Weitzel, 2021, S. 398).
[203] Vgl. (Umweltbundesamt, o.J.).
[204] Vgl. (Umweltbundesamt, o.J.).
[205] Vgl. (BtX energy, o.J.).
[206] Vgl. (Quaschning, 2021a, S. 318).
[207] Vgl. (Volpert, Janßen, & Weitzel, 2021, S. 402).
[208] Vgl. (RWE, 2012) und (Koehler Renewable Energy, o.J.).

Abbildung 2-32: Biomasse-Heizkraftwerk der Gocher Bioenergie GmbH[209]

Für die Stromerzeugung aus Biomasse kommen neben Biogasanlagen (mit Blockheizkraftwerken) und Biomasseheizkraftwerken zusätzlich Biomassekraftwerke in Betracht. Ähnlich, wie bei Biomasseheizkraftwerken, wird Biomasse als Brennstoff in den Anlagen verbrannt. In Folge des Verbrennungsprozesses entsteht Dampf, der anschließend eine Dampfturbine und einen elektrischen Generator antreibt, wodurch Strom generiert wird.[210] Der Vorteil gegenüber Photovoltaik und Windkraftanlagen liegt darin, dass der Betrieb der Anlagen nicht witterungsabhängig ist und somit insbesondere in schwachen Wind- und Sonnenscheinzeiten eine optimale regenerative Stromerzeugung ermöglicht. In NRW gibt es lediglich ein einziges Biomassekraftwerk, welches ausschließlich zur Stromerzeugung dient und Altholz als Brennstoff verwendet. Das Kraftwerk ist in Lünen im Lippewerk angesiedelt und ist für eine Stromproduktion von 150 Mio. kWh Strom ausgelegt, wobei die Versorgung mit Altholz durch das benachbarte Abfallzentrum der Remondis AG versorgt wird. Der erzeugte Strom wird anschließend in das öffentliche Netz eingespeist. Beim Lippewerk handelt es sich um das größte europäische Zentrum für industrielles Recycling.[211]

Abbildung 2-33: Biomassekraftwerk am Lippewerk[212]

Biomasse als Energieträger kann ebenfalls als Treibstoff im Verkehrssektor eingesetzt werden. Hierzu ist zunächst eine Umwandlung der Biomasse in einer Bioraffinerie erforderlich. Bioraffinerien sind dabei

[209] (Koehler Renewable Energy, o.J.).
[210] Vgl. (Quaschning, 2021a, S. 317).
[211] Vgl. (Prof. Schmidt & Partner, o.J.) und (Remondis, o.J. a).
[212] (Remondis, o.J.b).

in der Lage, Kraftstoffe, Chemikalien und Energie parallel aus Biomasse zu erzeugen.[213] Dadurch kann die Bioraffinerie neben der energetischen Nutzung aus wertschöpfender Perspektive einen Mehrwert für ein SPaCiH bieten. Biokraftstoff kann in verschiedenen Bioraffineriekonzepten hergestellt werden, darunter Zucker- und Stärke-Bioraffinerien, Pflanzenöl- und Algenliquid-Bioraffinerien, sowie Synthesegas- und Biogas-Bioraffinerien.[214] Die produzierten Biokraftstoffe können dabei in Reinform als auch in Form einer Beimischung zu herkömmlichen Kraftstoffen verwendet werden und damit die fossilen Kraftstoffe stückweit substituieren. Zu den bekanntesten und weitverbreitetsten Biokraftstoffen können Rapsöl, Biodiesel, Bioethanol, Biomass-to-Liquid (BtL) sowie Biomethan gezählt werden.[215] Die Nutzung von Biokraftstoffen ist derzeit umstritten, da der Einsatz der Biomasse und die Nutzung der Flächen zum Biomasseanbau in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion stehen.[216] Dennoch wird Biokraftstoff im Energiemix eine wichtige Rolle einnehmen, da Biokraftstoff einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen leisten kann. Zudem lassen installierte Bioraffinerien sich ebenfalls für die stoffliche Nutzung von Biomasse einsetzen. Als Beispielanlage für die Produktion von Biokraftstoff kann die Bioraffinerie von Verbio genannt werden. Diese koppelt eine Biomethan-, eine Bioethanol- und eine Biodieselanlage und etabliert damit in ihrem Anlagenverbund einen geschlossenen Kreislauf.[217]

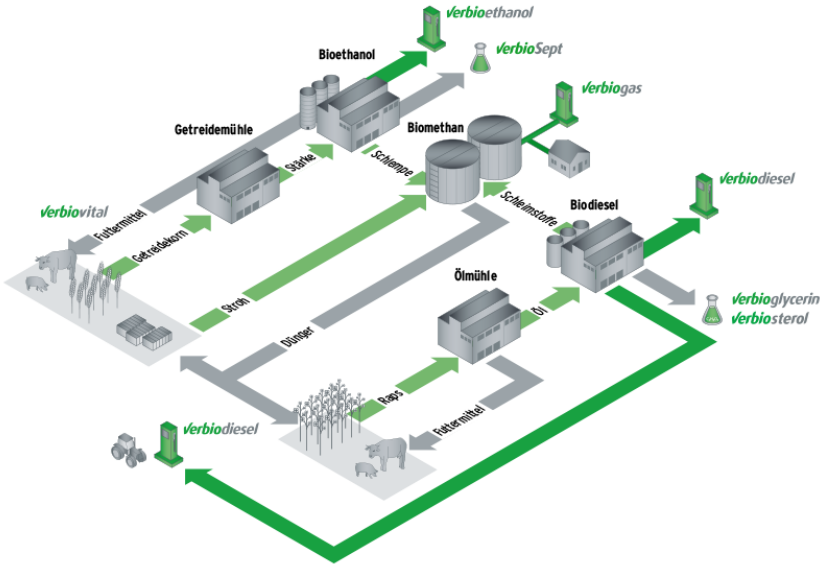


Abbildung 2-34: VERBIO-Bioraffinerie[218]

2.7.2.7 Elektrolyseanlagen

Wasserstoff kann zur Senkung der Treibhausgasemissionen beitragen und nimmt daher in der Debatte um die Energiewende eine tragende Rolle ein. Die Besonderheit von Wasserstoff liegt darin, dass dieser sowohl als Treibstoff in der Mobilität als auch als Energieträger für Strom und Wärme sowie als Rohstoff für industrielle Prozesse eingesetzt werden kann. Bei der Wasserstoff-Debatte wird der Fokus der Ökosystem-Ausrichtung insbesondere auf grünen Wasserstoff gesetzt. Grüner Wasserstoff stellt dabei eine klimaneutrale Möglichkeit der Wasserstoffproduktion dar. Zur Erzeugung von grünem Wasserstoff kommen Elektrolyseanlagen zum Einsatz. Bei der Elektrolyse kommt als Ausgangsstoff Wasser zum

[213] Vgl. (Pietzsch, 2017, S. 89).
[214] Vgl. (Pietzsch, 2017, S. 89 ff.).
[215] Vgl. (Kirchner, o.J.).
[216] Vgl. (Lehmann, 2022).
[217] Vgl. (VERBIO, o.J.a).
[218] (VERBIO, o.J.b).

Einsatz, welches in speziellen Elektrolyseanlagen durch die Zuführung elektrischer Energie gespalten wird.[219] Die verbreitetste Form der Wasserstoffproduktion ist derzeit die Dampfreformierung, bei der Erdgas bei hohen Temperaturen in Wasserstoff und Kohlenstoff gespalten wird. Bei diesem Produktionsverfahren handelt es sich um grauen Wasserstoff, welcher eine negative Klimabilanz aufzeigt. Grüner Wasserstoff befindet sich in Deutschland derzeit am Anfang. Hier fehlen aktuell die entsprechende Wasserstoffinfrastruktur sowie ausreichende Kapazitäten zur grünen Stromproduktion. Die Elektrolyse ist äußerst stromintensiv, daher muss die Leistungsfähigkeit der grünen Stromerzeugung in Deutschland erst gegeben sein, bevor die Kapazitäten zur Wasserstoffproduktion hochgefahren werden. Wichtig bei der grünen Wasserstoffproduktion ist auch, dass die Energie für die Elektrolyse zu 100 % aus regenerativen Quellen kommt, da andernfalls der erzeugte Wasserstoff aus fossilen Energieträgern und damit eine zum Teil schlechtere Klimabilanz aufzeigt als die graue Wasserstoffherstellung.[220] Zum Ausbau der Wasserstoff-Wirtschaft haben die EU sowie Deutschland sich in entsprechenden Wasserstoffstrategie-Publikationen Ziele gesetzt, die bis 2030 zu erreichen sind. Bis 2030 soll die Elektrolyseleistung auf 5 GW in Deutschland sowie auf 40 GW in der gesamten EU angehoben werden.[221] Derzeit liegt die Elektrolysekapazität zur Wasserstoffherstellung in Deutschland bei 0,0263 GW (2020), womit Deutschland aktuell den höchsten Wert in der EU hat.[222] Die Integration einer Wasserstoff-Wertschöpfungskette in das SPaCiH in Form eines H2-Hubs bringt viele Vorteile mit sich, welche in einem gesonderten Abschnitt der Use-Cases behandelt werden. Erste Projekte und Konzeptansätze, speziell für Wasserstoffhubs in Häfen, werden derzeit im Wasserstoffhub Rotterdam sowie im Wasserstoffverbund-Hamburg durchgeführt. Wie eine Wertschöpfungskette von grünem Wasserstoff innerhalb eines Gewerbeparks aussehen könnte, ist in der nachfolgenden Abbildung am Beispiel Energiepark Mainz illustriert.

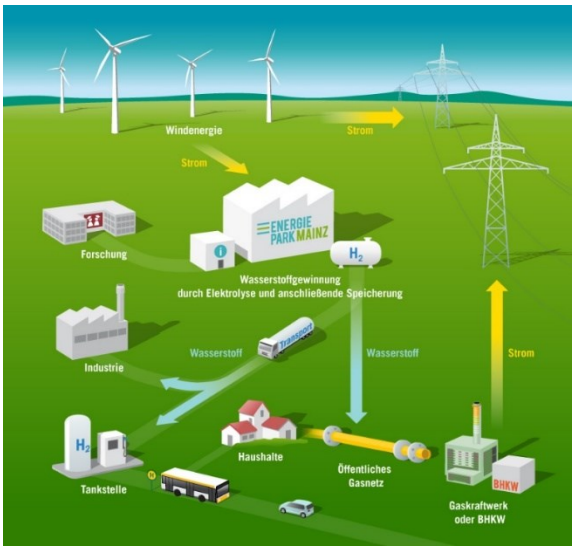


Abbildung 2-35: Energiereislauf durch Wasserstoff in Energiepark Mainz[223]

2.7.2.8 Kraft-Wärme-Kopplung

Im Zuge der Energiewende kommen vielerorts vermehrt Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen zum Einsatz. Ein Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage nutzt das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und kann parallel für die Strom- und die Wärmeproduktion eingesetzt werden. Die Produktion von Strom und

[219] Vgl. (Volpert, Janßen, & Weitzel, 2021, S. 406).
[220] Vgl. (Frontier Economics, 2022, S. XIII).
[221] Vgl. (BMWi, o.J., S. 2).
[222] Vgl. (BGR, 2022, S. 147).
[223] (Energiepark Mainz, o.J.).

Wärme erfolgt in der Regel direkt vor Ort des Bedarfs, sodass die Anlagen üblicherweise direkt in Gebäuden oder zentral in Quartieren oder Gewerbegebieten platziert sind. Der Strom und die Wärme können dann anschließend den Verbrauchern vor Ort zugeführt oder alternativ in Netz und/ oder in spezielle Strom- und Wärmespeicher eingespeist werden. Klassifizieren lassen sich die KWK-Anlagen nach verschiedenen Größen-, Brennstoff-, Technologie- und Leistungsdimensionen. Größere Anlagen werden als Heizkraftwerke bezeichnet, während kleine und modulare Anlagen Blockheizkraftwerke (BHKW) genannt werden.[224]

Insgesamt nimmt die Kraft-Wärme-Kopplung sowohl im Strom- als auch im Wärmesektor eine zentrale Rolle ein. Bezogen auf die veröffentlichte Studie der Frontier Economics machte die KWK im Jahr 2019 bei der Nettostromerzeugung einen Anteil von 22 % aus, während im Wärmesektor der Anteil bei 17 % lag.[225] KWK-Anlagen lassen sich sowohl mit fossilen als auch mit regenerativen Energiequellen betreiben, wobei letzteres zunehmend in den Vordergrund rückt. Derzeit kommen die Energieträger Erdgas (50 %), Biomasse (25 %) sowie Steinkohle, Braunkohle und Öl (zusammen 20 %) zum Einsatz.[226] Für einen regenerativen Betrieb müssen Energieträger, wie Biomasse, grüner Wasserstoff, regenerativ erzeugtes Methan oder Geothermie, zum Einsatz kommen, um damit die fossilen Otto- und Dieselmotoren sowie Kohleheizkraftwerke abzulösen.[227] Technisch ist der Betrieb von klimaneutralen Blockheizkraftwerken schon heute möglich, beispielsweise durch die Verwendung von Biomethan, Holzhackschnitzel oder Wasserstoff.[228] KWK-Anlagen sowie speziell Blockheizkraftwerke werden einen zentralen Baustein bei der zukünftigen Strom- und Wärmeversorgung Deutschlands einnehmen. Während die Gewinnung von Wind- und Sonnenenergie witterungsabhängig ist, kann die Strom- und Wärmeproduktion durch KWK-Anlagen jederzeit erfolgen. So kann die KWK eine tragende Säule in der Energiewende abbilden und insbesondere dann zum Einsatz kommen, sobald witterungsabhängige Energietechnologien nicht die erforderliche Leistung erbringen.[229] Innerhalb eines SPaCiHs können KWK-Anlagen sowie speziell BHKW eine wichtige Ergänzung im Energiesystem einnehmen und die Versorgungssicherheit durch das Abfangen der Energie-Angebotsschwankungen stärken.

Abbildung 2-36: Biogasbetriebenes Blockheizkraftwerk[230]

[224] Vgl. (Quaschning, 2021a, S. 108).
[225] Vgl. (Frontier Economics, 2022, S. 68).
[226] Vgl. (Frontier Economics, 2022, S. 8).
[227] Vgl. (Quaschning, 2021a, S. 108).
[228] Vgl. (Sagmeister, 2022).
[229] Vgl. (Frontier Economics, 2022, S. 5).
[230] (Lechwerke AG, 2020).

2.7.2.9 Vernetzte Energiesysteme

Um ein möglichst energieautonomes SPaCiH bzw. SPaCiH-Netz aufzubauen, ist die Vernetzung der unterschiedlichen Energiesysteme zu einem flexiblen und vernetzten System bei hoher Ressourceneffizienz erforderlich. Realisieren lässt die Vernetzung sich durch den Aufbau von Smart Grids, welche ein intelligentes und automatisiertes Stromversorgungssystem darstellen und neben der Aufgabe der Stromerzeugung, -übertragung, -speicherung und -verteilung zusätzlich die Fähigkeit besitzen, Daten zu speichern, zu interagieren und Entscheidungen zu treffen.[231] Ein Smart Grid verbindet verschiedene Energieformen und besitzt erforderliche Energiewandler sowie -speicher, um die Energieversorgung im SPaCiH sicherzustellen. Zur Koordination der Energieflüsse sollte das SPaCiH ein cloudbasiertes Energie-Kontrollzentrum enthalten, welches Daten von den dezentral zusammengeschalteten Energieerzeugungsanlagen sammelt, die Informationen visuell aufarbeitet und Verbrauchsprognosen genauestens ermittelt. Durch die Vernetzung von verschiedenen grünen Energieträgerarten entsteht ein virtuelles Kraftwerk, welches die Funktionen eines herkömmlichen Kraftwerks nachahmt und kleinen verteilten Energiequellen innerhalb des SPaCiHs die Teilnahme am Energiemarkt ermöglicht.[232] Dadurch kann je nach Bedarf die selbst erzeugte Energie innerhalb des SPaCiH-Standortes oder des gesamten SPaCiH-Netzwerkes verteilt und bei Energieüberschuss auch in das öffentliche Netz eingespeist werden. In leistungsstarken Energieerzeugungsphasen entsteht hierdurch neben Deckung des Eigenbedarfs eine zusätzliche Einnahmequelle für das SPaCiH, indem der überschüssige Strom an die örtlichen Netzbetreiber verkauft wird. Um die Energieströme im SPaCiH zu koordinieren, ist neben dem Smart Grid ebenfalls ein spezielles Energiemanagement zu implementieren, welche sich mit der strategischen und taktischen Orchestrierung des Energiesystems beschäftigt.

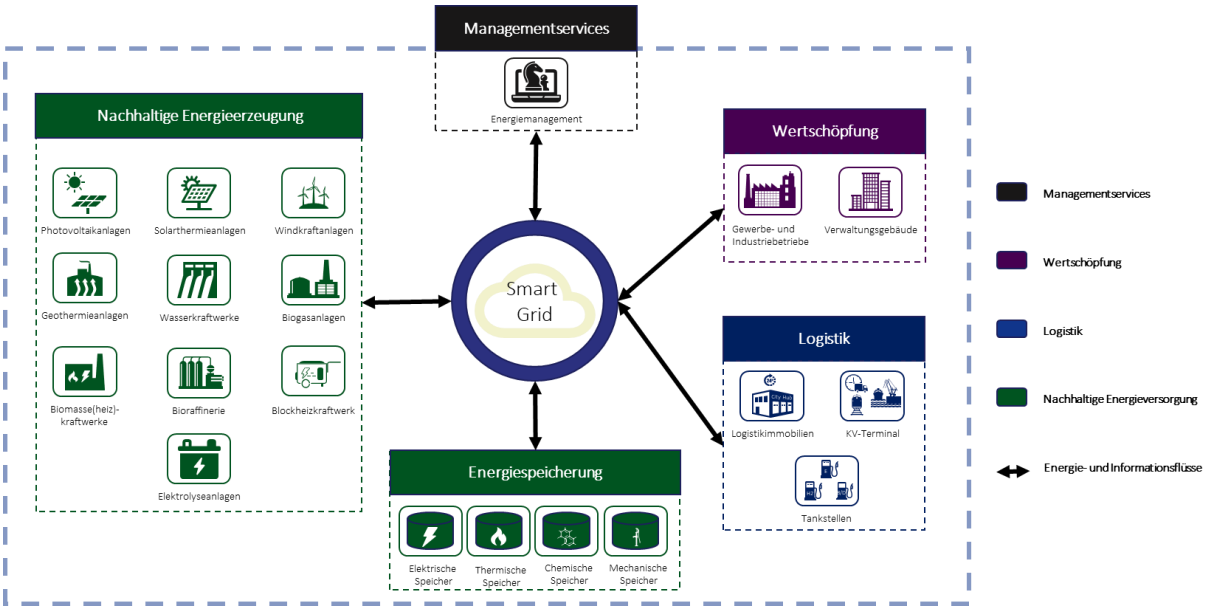


Abbildung 2-37: Smart Grid Einbindung im SPaCiH

Die grüne und insbesondere autarke Energieversorgung im SPaCiH bildet dabei einen idealen Zielzustand ab, dessen Umsetzung sich nicht unmittelbar realisieren lässt. Aufgrund des mehr oder weniger hohen Energiebedarfs von Gewerbeparks ist eine autarke Versorgung des SPaCiHs aus grünen Energieerzeugungsanlagen nicht immer von Beginn an möglich. Zudem muss das jeweilige Gewerbegebiet über ausreichende Reserveflächen für regenerative Energieerzeugungsanlagen

[231] Vgl. (Quaschning, 2021a, S. 123).
[232] Vgl. (Mancarella, 2014, S. 1 f.).

verfügen. Auch, wenn bei Photovoltaikanlagen die Installation auf Dächern und Gebäudefassaden möglich ist, müssen beispielsweise für Windkraftanlagen zur Stromerzeugung und Elektrolyseanlagen zur Wasserstoffherstellung zusätzliche Flächen geschaffen werden. Bis die notwendigen Kapazitäten für eine grüne und autarke Energieerzeugung aufgebaut sind, wäre das SPaCiH weiterhin auf externe sowie zum Teil auf fossile Energieträger angewiesen. Es sollte daher die Strategie verfolgt werden, den Anteil der grünen Energieträger im Energiemix kontinuierlich zu erhöhen und stufenweise Anlagen zur grünen Energieerzeugung zu implementieren. Dabei wird die Energie sowohl aus den regenerativen, standortgebundenen Anlagen im SPaCiH als auch aus externen zentralen sowie dezentralen grünen Stromquellen bezogen und über das virtuelle Kraftwerk gesteuert und bereitgestellt. Das Zwischenziel ist demnach eine emissionsfreie und regenerative Energieversorgung des SPaCiHs, unabhängig davon, woher und in welchem Umfang die grüne Energie bezogen wird. Die derzeitigen Energieengpässe und hohen Energiepreise steigern dabei langfristig den Anreiz, auf grüne Energieversorgungsanlagen umzusteigen.

Parallel zur Vernetzung des Energiesystems sollte stets die Ressourceneffizienz der Energieverbraucher an den aktuellen Energiestandards ausgerichtet werden. So sollten an den Anlagen der Energieverbraucher in regelmäßigen Abständen Modernisierungsmaßnahmen durchgeführt werden. Dazu gehört die Modernisierung der Beleuchtung, der Lüftungs- und Heizungsanlagen sowie die effektive Dämmung von Gebäuden.

2.7.2.10 Beispiele der integrativen Umsetzung

Konzepte und Initiativen zu energieeffizienten Gewerbegebieten wurden in der Vergangenheit vielerorts angestoßen. Im Folgenden sollen daher zwei Beispiele aufgezeigt werden, in denen eine nachhaltige Energieversorgung des Gewerbegebietes angestrebt wird.

Brainergy Park Jülich

In Jülich wurde ein Konzept für ein interkommunales Gewerbegebiet vorgestellt, welches schwerpunktmäßig auf erneuerbare Energien ausgerichtet ist und die Zukunft des Energiemanagements in Gewerbegebieten abbilden soll. Im Masterplan des Brainergy Parks Jülich wurde dazu ein innovatives Energieversorgungskonzept vorgestellt, welches das Areal intelligent mit Strom, Wärme, Kälte und Internet versorgen soll.[233] Hierbei werden die anzusiedelnden Unternehmen von Beginn an in das Energiekonzept einbezogen. Denn die Unternehmen sollen nicht nur Energie aus dem Gewerbegebiet beziehen, sondern als dezentrale Erzeugungsquellen von regenerativer Energie einen Teil der Energieversorgung abbilden. Herzstück des Brainergy Parks ist dabei ein Smart Grid Plus, welches die Vernetzung und intelligente Energieverteilung ermöglichten.[234] Durch die Vernetzung soll eine effiziente Kopplung der Sektoren Strom, Wärme und Mobilität erfolgen. Bausteine der nachhaltigen Energieversorgung sind dabei u.a. Solaranlagen, Windkraftanlagen, Blockheizkraftwerke, Brennstoffzellen sowie Wärme- und Stromspeichertechnologien. Jedes Unternehmen im Brainergy Park wird an ein Strom-, Wärme- und Kommunikationsnetz angeschlossen sowie mit einen oder mehreren Energieerzeugungsbausteinen ausgestattet. So kann jedes Unternehmen bei Überkapazität die erzeugte Energie an benachbarte Unternehmen liefern oder in Energiespeicher einspeisen. Damit strebt der Brainergy Park neben der grundlegenden Versorgungssicherheit zusätzlich eine höchstmögliche Energieautarkie an. Das Konzept der Energieversorgung ist im Jülicher Masterplan modular angelegt und ermöglicht so die Einbeziehung zukünftiger innovativer Energieerzeugungs- und Speichertechnologien. Hierbei werden u.a. sektorenübergreifende Systeme, wie Power-to-Gas, Power-to-Heat, sowie Power-to-Liquid, thematisiert. Eine Besonderheit im Masterplan ist zudem die

[233] Vgl. (Brainergy Park Jülich, 2018, S. 12).
[234] Vgl. (Brainergy Park Jülich, 2018, S. 23).

Berücksichtigung der Elektromobilität als Stromspeicher. So sollen in Zukunft Elektrofahrzeuge, die an den Ladestationen des Gewerbegebietes angeschlossen sind, in ihren Stillstandzeiten bei entsprechenden Lastspitzen zusätzlich Strom an den Park liefern. So würden die Elektrofahrzeuge der Beschäftigten, die während der Arbeitszeit nicht genutzt werden, einen zusätzlichen Nutzen bieten und den Strombedarf des Parks decken. Weiter ist zu erwähnen, dass im Brainergy Park ein See vorgesehen ist, welcher als Wärme- und Kältespeicher im Energiekonzept eingebunden wird. Auf diese Weise kann über oberflächennahe Geothermieanlagen die entsprechende Energie bei Bedarf bezogen werden. Neben der Speicherfunktion fördert der See zudem die Biodiversität im Gewerbegebiet.

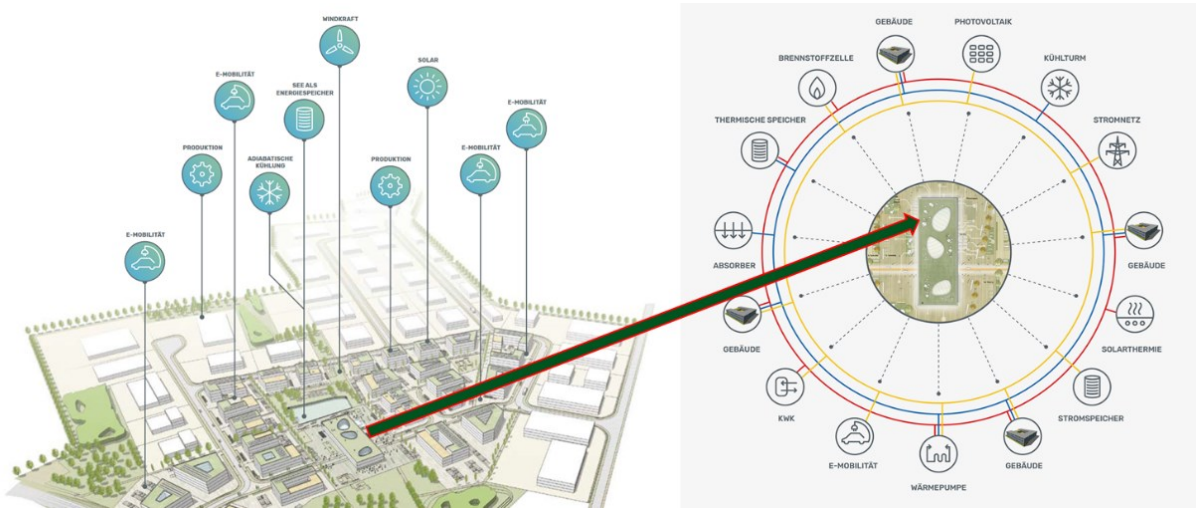


Abbildung 2-38: Sektorenkopplung im Energienetz des Brainergy Parks[235]

Initiative „Power of Logistics“

Die Logistik ist im SPaCiH eine grundlegend tragende Säule des gesamten Konzeptes und beinhaltet Basisfunktionalitäten, wie die Distribution, City Logistik oder Güterverkehrsumschlag. Um diese Funktionalitäten erfüllen zu können, müssen entsprechende Einrichtungen im SPaCiH-Knoten eingebunden werden, wozu insbesondere Logistikimmobilen gehören. Daher sind Logistikimmobilien ein fester Bestandteil der SPaCiH-Infrastruktur. Von der Bundesvereinigung Logistik (BVL) wurde die Initiative „Power of Logistics“ vorgestellt, welche die Logistik langfristig als Versorgungsquelle von nachhaltiger Energie ausbauen will. Die Logistikimmobilie soll dabei mit PV-Anlagen auf den Lagerhallen, Windrädern rund um den Gewerbepark, einem Blockheizkraftwerk sowie einer Geothermieanlage ausgestattet werden. Diese modulare Zusammensetzung ermöglicht es, dass umliegendes Gewerbe, Ladesäulen für Elektrofahrzeuge sowie lokale Haushalte mit überschüssigem Strom und Wärme aus der Logistik versorgt werden. Überschüssige Energiekapazitäten aus der Logistikimmobile sollen den Energienutzern im Umkreis auf diese Weise zur Verfügung gestellt werden. Die BVL schätzt dabei insbesondere das Potenzial von PV-Anlagen auf Dachflächen als enormen Enabler bei der CO_2-Einsparung ein.[236]

[235] Modifiziert nach (Brainergy Park Jülich, 2018, S. 42 f.).
[236] Vgl. (Solarthemen Media, 2022).

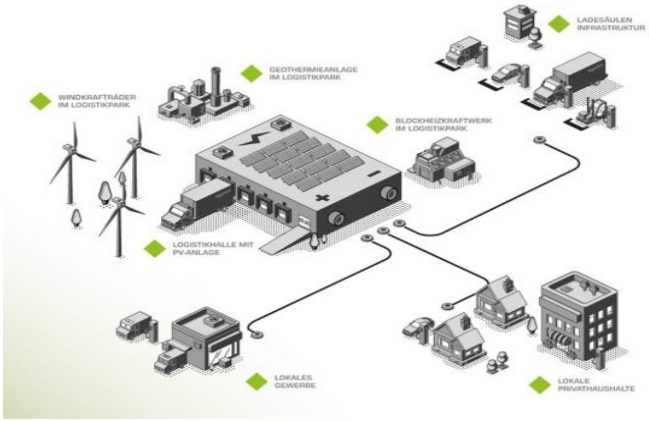


Abbildung 2-39: Power of Logistics[237]

[237] (Solarthemen Media, 2022).

2.8 Use-Cases

Wie in Kapitel 2.4.7.2 erläutert, beschreiben Use-Cases komplexe Leistungsbündel, die an einem separaten SPaCiH-Standort, als Teilsystem eines SPaCiHs oder funktional verteilt im SPaCiH-Netzwerk realisiert werden können. Abgeleitet aus dem Projektziel erscheinen folgende Use-Cases als besonders relevant:

1. Circular Economy
2. Food-Hub
3. H2-Hub
4. Additive Fertigung

Die spezifischen Services der Use-Cases werden im Folgenden einheitlich in der Struktur der Service-Ebenen aus Kapitel 2.4.1/ 2.4.2 dargestellt: Managementservices, Wertschöpfung, Logistik und Energieversorgung.

2.8.1 Circular Economy

Das Prinzip der Circular Economy (CE) beschreibt ein nachhaltigkeitsorientiertes und zirkuläres Wirtschaftssystem, welches branchenübergreifend gilt und den Lebenszyklus von Produkten bzw. Produktkomponenten verlängern soll. Eines der wichtigsten Grundziele dieses Prinzips stellt die Minimierung der Neuschöpfung von Ressourcen dar. Dieser Ansatz soll eine Alternative zum linearen Wirtschaftssystem darstellen, welches im Kontrast zur CE auf dem Grundsatz „Take, Make, Waste“ basiert. Um dies umzusetzen, soll das End-of-Life Prinzip von Produkten durch die Wiederaufbereitung bzw. Wiederverwendung des gesamten Produktes, seiner Komponenten oder der verwendeten Rohstoffe ersetzt werden. Einen weiteren Aspekt stellt auch die Minimierung des Einsatzes von Schadstoffen in der Produktherstellung dar, welche die Möglichkeiten der Wiederverwendung eines Produktes oder seiner Komponenten hemmen und eine Gefahr für die Biosphäre darstellen.[238]

Die Notwendigkeit eines zirkularen Wirtschaftssystems ist auf das Bedürfnis der klimaneutralen Umgestaltung unserer aktuellen Wirtschaft zurückzuführen, bei dem vor allem der Schutz des Planeten und der Biosphäre die Zielmotivationen des Umdenkens darstellen. Dabei ist das lineare Wirtschaftssystem, welches üblicherweise keine Verantwortung für den gesamten Lebenszyklus von Produkten voraussetzt, ein treibender Faktor im menschengemachten Klimawandel.[239] Ein weiterer Faktor für die Notwendigkeit der CE ist die Unvereinbarkeit der kontinuierlichen Neuschöpfung von Ressourcen mit der Tatsache, dass die Rohstoffe des Planeten endlich sind.[240] Dabei steigt der Ressourcenbedarf durch das prognostizierte Wachstum der Weltbevölkerung sowie der wachsenden Teilnahme von (ehemaligen) Entwicklungsländern an der Weltwirtschaft kontinuierlich an.[241] Innerhalb des Umwelt- und Klimaschutzes lassen sich sechs übergreifende Ziele identifizieren:[242]

1. Abwendung des Klimawandels
2. Anpassung an den Klimawandel
3. Nachhaltige Nutzung und Schutz von Wasser- und Meeresressourcen
4. Übergang zur Kreislaufwirtschaft
5. Minimierung und Kontrolle der Umweltbelastungen
6. Schutz und Wiederherstellung der Biodiversität und Ökosysteme

[238] Vgl. (Ellen MacArthur Foundation, 2013, S. 7).
[239] Vgl. (Fornasari & Neri, 2022, S. 79).
[240] Vgl. (Ellen MacArthur Foundation, 2013).
[241] Vgl. (Ellen MacArthur Foundation, 2013, S. 19).
[242] Vgl. (Fornasari & Neri, 2022, S. 80).

Diese Ziele sollen ermöglichen, wirtschaftliche Aktivitäten hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit zu bewerten.[243] Dabei soll eine Aktivität mindestens zu einem der sechs Ziele einen positiven Beitrag leisten, gleichzeitig keinen negativen Einfluss auf die verbleibenden Ziele ausüben und mit mindestens einer sozialen Garantie ausgeführt werden.[244] Um diesen Zielen gerecht zu werden, verwenden viele Autoren ein Prinzip, welches die dargelegten Aspekte einfangen soll und bereits seit Jahrzehnten verwendet wird. Dieses Prinzip ist das R-Framework.[245]

Im Rahmen des SPaCiH-Konzeptes ist die Circular Economy ein essenzieller Bestandteil. Die Vernetzung der Logistik- und Produktionssysteme im SPaCiH-Netzwerk sowie die unternehmensübergreifenden Kooperationen im Business Ecosystem bieten vielfältige Möglichkeiten für Circular Economy-Ansätze. Dabei soll das 9R-Framework nach Potting[246], das Handlungsfelder zur Circular Economy aufzeigt, angewendet und erweitert werden. So wird als weiteres R die Reverse Logistics ergänzt. Darüber hinaus werden die Handlungsfelder des 9R-Frameworks den SPaCiH-Service-Ebenen zugeordnet.[247]

Management	**Nachhaltige Produktdesigns und Geschäftsmodelle**	
	R0 Refuse	Umwälzung der Produktfunktion auf andersartige Produkte oder kompletter Verzicht
	R1 Rethink	Intensivierung der Produktnutzung
	R2 Reduce	Reduktion des Material- und Energieaufwands in der Nutzung und Herstellung
Wertschöpfung	**Verlängerung der Lebensdauer von Produkten und dessen Komponenten**	
	R3 Reuse	Weiternutzung ausrangierter aber funktionstüchtiger Produkte durch andere Konsumenten
	R4 Repair	Reparatur und Instandhaltung von defekten Produkten zur Weiternutzung
	R5 Refurbish	Aufbereitung oder Verbesserung gealterter Produkte zur Weiternutzung
	R6 Remanufacture	Nutzung von Produktkomponenten eines ausrangierten Produkts in einem neuen Produkt mit der gleichen Funktion
	R7 Repurpose	Nutzung von Produkten oder dessen Komponenten in einem neuen Produkt mit anderer Funktion
	Nutzung ruckgewinnbarer Ressourcen	
	R8 Recycling	Rückgewinnung von Materialien mit gleicher oder niedriger Qualität
Energieversorgung	**R9 Recover**	Verbrennung von Materialien mit Energierückgewinnung
Logistik	**Gestaltung der Kreisläufe**	
	R10 Reverse Logistics	logistische Prozesse (STULB Prozesse: Sammlung, Transport, Umschlag, Lagerung und Behandlung), bei denen Güter vom Kunden ausgehen und wieder in der Lieferkette zurückfließen

Tabelle 2-11: Erläuterung & Einordnung der R-Strategien in die Service-Ebenen[248]

[243] Vgl. (Lucarelli, Mazzoli, Rancan, & Severini, 2020, S. 16 ff.).
[244] Vgl. (Lucarelli, Mazzoli, Rancan, & Severini, 2020, S. 5).
[245] Vgl. (Fornasari & Neri, 2022, S. 81).
[246] Vgl. (Kirchherr, Reike, & Hekkert, 2017, S. 224).
[247] (Beckmann, 2022b).
[248] Eigene Darstellung in Anlehnung an (Kirchherr, Reike, & Hekkert, 2017, S. 224).

2.8.1.1 SPaCiH Managementservices

Auf der Ebene der Managementservices sollen die drei R-Strategien Refuse, Rethink und Reduce angewandt werden.[249] Diese Aspekte der Circular Economy beschäftigen sich vor allem mit der Reevaluation bestehender Produkte und Lösungen. Hier sollen u.a. Produktfunktionen im Hinblick auf Nachhaltigkeit neu gedacht und der Ressourcen- und Energieeinsatz in der Herstellung optimiert werden. Diese Strategien des R-Framework stellen gleichzeitig die effektivste Maßnahmenebene bezüglich der Nachhaltigkeit dar.[250]

Das Prinzip Refuse (dt. Ablehnen) beschäftigt sich mit der vollständigen Ablehnung bestimmter Produkte. Diese sollen durch die Ablehnung oder durch die Umwälzung der Funktionen auf andersartige Produkte oder Systeme obsolet gemacht werden. Der Grundgedanke dabei ist, nicht essenzielle Produkte, deren Funktion entbehrlich oder durch andere Produkte aufgefangen werden kann, zu eliminieren. Somit wird auch gleichzeitig der Material- und Energieverbrauch eliminiert, was zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele beiträgt.

Das Prinzip Rethink (dt. Umdenken) beschäftigt sich mit der Nutzungsmaximierung von Produkten. Hier soll der End-of-Life Zeitpunkt eines Produktes so weit wie möglich hinausgezögert und der Nutzungsgrad innerhalb dieser Zeit maximal ausgeschöpft werden. Daran gebunden ist unter anderem die Eliminierung der geplanten Obsoleszenz von Produkten, in dem Besitzgüter in Leistungsgüter umfunktioniert und umgewandelt werden.[251] Dabei soll das Nutzungsrecht an den Produkten nicht in Form einer reinen Eigentumsübertragung, sondern durch entgeltliche Transaktionen übertragen werden. In Kombination mit einem zeitlosen, wiederverwendungsfreundlichen Produktdesign stellen diese leistungsorientierten Produkte ein attraktives Wertversprechen im Rahmen der Nachhaltigkeit dar.

Das Reduce-Prinzip (dt. Reduzieren) befasst sich mit der Minimierung des Energie- und Ressourcenbedarfs bei der Herstellung und Nutzung von Produkten. Damit verbunden ist auch die Minimierung, Substitution oder Eliminierung gefährlicher Stoffe bei der Herstellung oder Nutzung des Produktes, die die Umweltbelastung erhöhen oder die Kreislauffähigkeit des Produktes beeinträchtigen.[252] Die Umsetzung dieses Prinzips erfordert eine Optimierung des Produktdesigns und eine intelligentere Planung der Produktion, um einen minimierten Energie- und Ressourcenbedarf zu realisieren.

2.8.1.2 Wertschöpfung und Logistik

Innerhalb der Wertschöpfungs- und Logistikprozesse, die innerhalb des SPaCiHs durchgeführt werden, sollen die folgenden Strategien des R-Frameworks angewendet werden: Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose. Diese Strategien beschäftigen sich mit der Wiederverwendung, der Aufarbeitung oder der Umnutzung von Produkten, die innerhalb des linearen Nutzungsprinzips das Ende ihres Lebenszyklus erreicht hätten. Diese Strategien können entweder auf das gesamte Produkt oder auf einzelne Komponenten angewendet werden, um die Lebensdauer zu maximieren und den Rohstoffbedarf zu minimieren.[253]

Die Strategie Reuse (dt. Wiederverwendung) beschäftigt sich mit der Weiternutzung eines bestehenden Produktes durch einen anderen Verbraucher. Dabei geht es um die Wiederverwendung von Produkten, die von Konsumenten ausrangiert wurden und sich noch in einem funktionsfähigen Zustand befinden.

[249] Vgl. (Beckmann, 2022b).
[250] Vgl. (Kirchherr, Reike, & Hekkert, 2017, S. 224) und erweitert durch (Beckmann, 2022b).
[251] Vgl. (Ellen MacArthur Foundation, 2013, S. 17).
[252] Vgl. (Ellen MacArthur Foundation, 2013, S. 8).
[253] Vgl. (Kirchherr, Reike, & Hekkert, 2017, S. 224).

Dies kann zusätzlich mit Aufbereitungsprozessen verbunden sein, die das Produkt trotz der vorherigen Nutzung wie neu erscheinen lassen. Bei diesen Prozessen handelt es sich um leichte kosmetische Eingriffe, wie Reinigungen oder Neulackierungen.

Die Strategie Repair (dt. Reparieren) beschäftigt sich mit der Wartung und Reparatur defekter Produkte. Dabei gilt der Grundsatz, dass im Schadensfall nicht das gesamte Produkt ersetzt werden muss, sondern nur einzelne defekte Komponenten. Dies erhöht die Lebensdauer der Produkte, vermeidet vermeidbaren Abfall und reduziert damit die Umweltbelastung sowie den Energie- und Rohstoffbedarf, der im Rahmen einer vollständigen Neuproduktion anfallen würde.

Die Strategie Refurbish (dt. Wiederherstellen) beschäftigt sich mit der Erneuerung bzw. Wiederaufbereitung von ausrangierten Produkten. Dabei kann es sich sowohl um funktionsfähige als auch um defekte Produkte handeln. Diese ausrangierten und ggf. gealterten Produkte sollen so aufbereitet werden, dass sie für den Verbraucher sowohl nutzbar als auch attraktiv sind. Dies kann beispielsweise den Austausch einzelner Komponenten zur Leistungssteigerung sowie die Erneuerung oder Verbesserung der Produktsoftware umfassen. Intensive Reinigungen und optische Wiederaufarbeitungsarbeiten sind ebenfalls Bestandteil dieses Prozesses. Diese sind im Vergleich zur Reuse-Strategie weitreichender und erfordern oftmals den Einsatz neuer Materialien.

Das Prinzip Remanufacturing (dt. Wiederproduzieren) umfasst die Wiederverwendung von Einzelkomponenten eines ausrangierten Produkts in neu hergestellten Produkten. Brauchbare Einzelteile sollen in der Neuproduktion eines identischen oder ähnlichen Produktes wiederverwendet werden, um die Lebensdauer geeigneter Komponenten zu maximieren und damit den anfallenden Rohstoff- und Energiebedarf zu reduzieren.

Die Strategie Repurpose (dt. Umfunktionieren) befasst sich mit der Wiederverwendung eines ausgedienten Produktes oder seiner Einzelteile in einem anderen Produkt mit einer anderen Funktion. Dabei werden das gesamte Produkt oder Teile davon in einem neuen Funktionszusammenhang wiederverwendet. Die Recyclingstrategie befasst sich mit der Rückgewinnung von Rohstoffen aus Abfällen oder Produkten, die das Ende ihres Lebenszyklus erreicht haben. Hier sollen Rohstoffe aus den Produkten zurückgewonnen werden, entweder in derselben (High-Grade) oder einer niedrigeren (Low-Grade) Qualität. Der Recyclingprozess setzt in der Regel einen hohen Grad an Homogenität der Materialien voraus und erfordert im Vergleich zu den anderen Strategien oft einen hohen Energieaufwand.[254] Es gibt aber auch Produkte, die nur mit großem Aufwand oder gar nicht recycelt werden können, z.B. Verbundwerkstoffe.[255]

2.8.1.3 Energieversorgung

Die Prinzip Recover (dt. Wiedererlangen) befasst sich mit der Rückgewinnung thermischer Energie aus der Verbrennung von Materialien. Diese Strategie stellt den insgesamt ineffizientesten Ansatz für einen Nachhaltigkeitsbeitrag dar, da bei der Verbrennung nur ein Bruchteil der im Produkt eingesetzten Energie zurückgewonnen werden kann. [256] Zudem gehen die in den Produkten eingesetzten Wertstoffe in ihrer ursprünglichen Form vollständig verloren, da nach dem Verbrennungsprozess lediglich Schlacke übrigbleibt.

2.8.1.4 Reverse Logistics

Im Rahmen von Reverse Logistics können die SPaCiH-Logistiknetzwerke genutzt werden, um Produkte am Ende ihres Lebenszyklus oder anfallende Abfälle, die für die CE genutzt werden können, vom

[254] Vgl. (Ellen MacArthur Foundation, 2013, S. 7).
[255] Vgl. (Yang, et al., 2011, S. 2).
[256] Vgl. (Ellen MacArthur Foundation, 2013, S. 16).

Verbraucher zurück zu einem SPaCiH-Hub zu transportieren. Dort können diese Produkte oder Abfälle innerhalb des SPaCiH-Netzwerkes für die Wertschöpfung im Sinne der CE genutzt werden oder an andere geeignete Stellen zur zirkulären Nutzung oder Entsorgung weitergeleitet werden. Der Rückfluss der Produkte vom Konsumenten zurück zum SPaCiH ermöglicht es, diese innerhalb der Wertschöpfungskette des SPaCiHs mit Hilfe der R-Strategien im Sinne der Nachhaltigkeit zu nutzen.

2.8.1.5 Einbindung der CE in die Wertschöpfung des SPaCiH

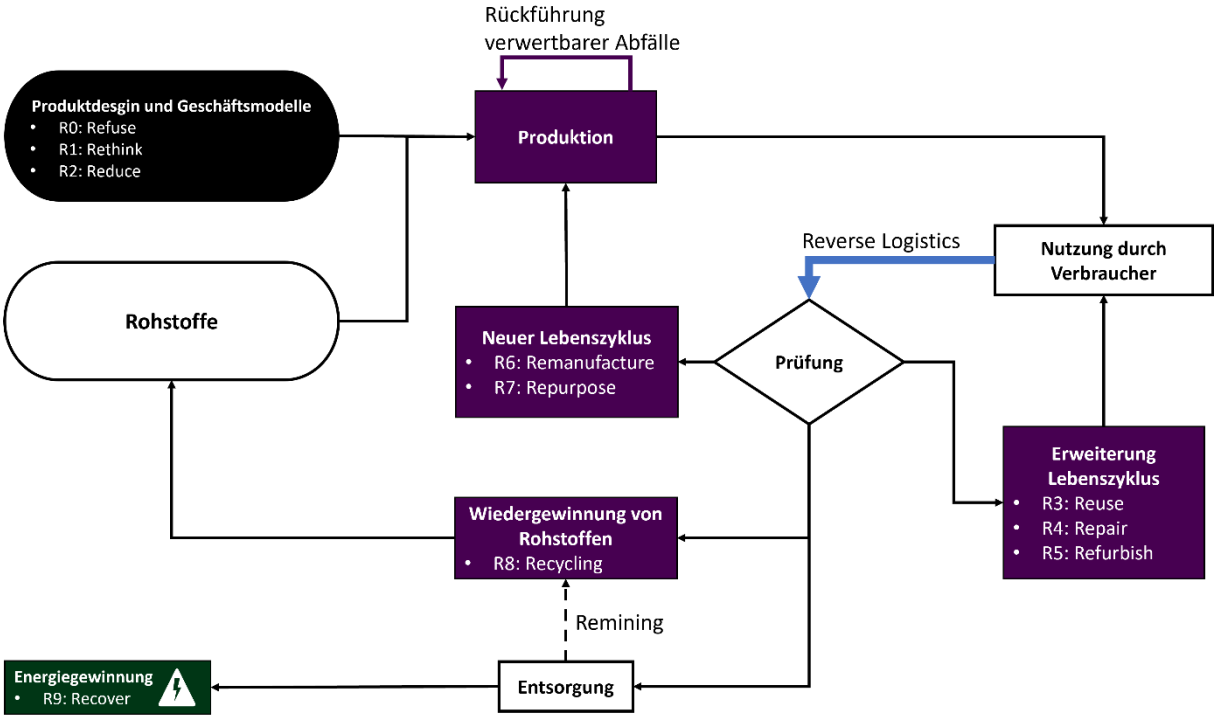


Abbildung 2-40: Beispielhafte Einordnung der R-Strategien innerhalb der Prozesskette

Produkte, die im SPaCiH hergestellt oder zumindest dort umgeschlagen werden, sollten idealerweise die R-Strategien nutzen, um ihr Nachhaltigkeitspotenzial zu erhöhen. Die Strategien weisen eine abnehmende Wirksamkeit auf. Entsprechend ist R0 am nachhaltigsten, während R9 einen geringeren Nachhaltigkeitsbeitrag aufweist.[257]Die Abbildung 2-40 stellt eine mögliche Prozesskette dar, die die Einsatzmöglichkeiten von R-Strategien veranschaulichen und als Orientierungshilfe dienen soll.

2.8.1.6 Produktdesign und Geschäftsmodelle

Die Integration des 9R-Prinzips in die Wertschöpfung eines SPaCiHs soll bereits auf der Ebene der Managementservices beim Produktdesign und der Gestaltung von Geschäftsmodellen beginnen. Hier sollen nach Möglichkeit die Strategien R0, R1 und R2 zum Einsatz kommen. Vor der eigentlichen Herstellung von Produkten können die größten Einsparungen im Sinne der Nachhaltigkeit erzielt werden. [258] Durch die ersten drei Strategien (R0-R2) werden zudem auch die Grundlagen und Handlungsmöglichkeiten für die Strategien R3 bis R8 gelegt. Die Realisierbarkeit erweiterter oder neuer Lebenszyklen von Produkten oder Produktkomponenten sowie die Recyclingmöglichkeiten der im Produkt gebundenen Rohstoffe werden vor allem durch die Konzeption, das Design und die Umsetzung eines Produktes bestimmt.[259]

[257] Vgl. (Ellen MacArthur Foundation, 2013, S. 16).
[258] Vgl. (Ellen MacArthur Foundation, 2013, S. 7).
[259] Vgl. (Ellen MacArthur Foundation, 2013, S. 7).

2.8.1.7 Ebene der SPaCiH Wertschöpfung

Auf der Ebene der Wertschöpfung geht es in erster Linie darum, die Ansiedlung von Unternehmen im SPaCiH zu prüfen, welche die Umsetzung der R-Strategien ermöglichen. Dabei kann es sich um produzierende und weiterverarbeitende Unternehmen handeln, aber auch um spezialisierte Dienstleister und Handelsunternehmen, die wiederaufbereitete Teile oder Endprodukte vertreiben. Um eine stringente und effiziente Ressourcenallokation zu erreichen, sollte die Ansiedlung auch aus der Perspektive des gesamten Netzwerkes betrachtet werden.[260]

Für die im SPaCiH angesiedelten Unternehmen soll die Produktion auf Basis der angewandten R2-Strategie (Reduce) so effizient wie möglich gestaltet werden. Dazu gehören effiziente Produktdesigns und Produktionsprozesse. Die Material- und Energiebedarfe sollen minimiert und möglichst aus nachhaltigen Quellen gedeckt werden. Im Bereich der Materialien soll der Fokus auf regenerativen Ressourcen oder Materialien aus Recyclingprozessen liegen (R8). Darüber hinaus sollen Produkte oder einzelne Komponenten, die mit Hilfe der Strategien R6 und R7 wiederverwendet werden können, in die Neuproduktion integriert werden. Ein weiterer Nachhaltigkeitsaspekt ist die Verwertung von Rest- und Abfallstoffen aus der Produktion. Diese sollen nach Möglichkeit wieder in den Produktionsprozess zurückgeführt werden, indem sie z.B. innerhalb des SPaCiH-Knotens oder -Netzwerkes an andere Unternehmen zur Verwertung weitergegeben werden. Nach der Produktion werden die Produkte über das SPaCiH-Netzwerk an die Verbraucher verteilt.

2.8.1.8 Reverse Logistics

Im Rahmen der Reverse Logistics werden die Altprodukte der Kunden aus der Region wieder den Sammelstellen im SPaCiH zurückgeführt. Hierbei wird unter Berücksichtigung der verschiedenen Produktkategorien geprüft, welche R-Strategien für das ausrangierte Produkt angewendet werden können. Ist das Produkt für eine Wiederverwendung ohne Neufertigung geeignet, kann es im Sinne der Strategien R3, R4 und R5 für eine erneute Nutzung aufbereitet und wieder an den Verbraucher abgegeben werden. Ist ein Produkt nicht für eine Wiederverwendung ohne Neumanufaktur geeignet, kann es im Rahmen der Strategien R6 oder R7 entweder als Ganzes oder in Form von einzelnen wiederverwendbaren Komponenten in die Produktion zurückgeführt werden. In diesem Fall sind spezialisierte Anrainer in das SPaCiH zu integrieren, die ein Re-Manufacturing anbieten. Sollte ein Produkt nicht für die Strategien R3 bis R7 geeignet sein, können ggf. mit Hilfe der Recyclingstrategie Rohstoffe aus dem Produkt zurückgewonnen werden.

2.8.1.9 Entsorgung

Ist das Produkt für die Strategien R3 bis R8 ungeeignet, muss es entsorgt werden. Hier können jedoch zwei Ansätze verfolgt werden, um aus Abfällen ggf. noch einen nachhaltigen Nutzen zu ziehen. Das Remining ist eine spezielle Form des Recyclings, bei der Ressourcen aus bereits entsorgten Abfällen zurückgewonnen werden. Ziel ist es beispielsweise, deponierte Abfälle bei entsprechender Eignung wieder in den Werkstoffkreislauf zurückzuführen. Dies kann z.B. durch Recyclingverfahren erreicht werden. Mit Hilfe der R9-Strategie können Abfälle zur thermischen Energieerzeugung genutzt werden. Mit diesem Ansatz kann jedoch nur ein kleiner Teil der in der Produktion eingesetzten Energie zurückgewonnen werden.[261]

[260] Vgl (Beckmann, 2022b).
[261] Vgl. (Ellen MacArthur Foundation, 2013, S. 16).

2.8.1.10 Referenzprojekte und Einordnung in das 9R-Framework

Um mögliche Umsetzungsoptionen aufzuzeigen, werden im folgenden Abschnitt einige Beispiele für den praktischen Einsatz von CE-Maßnahmen in der Industrie vorgestellt. Dabei wird auch auf die in den vorgestellten Geschäftsmodellen erkennbaren R-Strategien eingegangen.

2.8.1.10.1 Back Market (R3 Reuse, R4 Repair, R5 Refurbish)

Back Market wurde 2014 in Paris gegründet und ist mittlerweile in 15 Ländern aktiv. Das Unternehmen betreibt einen digitalen Marktplatz, auf dem gebrauchte Elektronikartikel, wie Smartphones, Tablets oder Laptops, erworben werden können. Gleichzeitig kauft das Unternehmen über diesen Marktplatz gebrauchte Geräte an. Die Geräte selbst werden nach Funktionalität und optischem Zustand bewertet. Die Plattform akzeptiert sowohl neuwertige Geräte als auch defekte Exemplare mit gesprungenem Display. Die Gebrauchtgeräte werden an Partnerunternehmen weitergegeben, die die Geräte in einen wiederverkaufsfähigen Zustand versetzen. Der Umfang der Maßnahmen hängt vom Zustand des Gerätes ab. Neuwertige Geräte werden wahrscheinlich nur gereinigt, während defekte Geräte repariert werden.[262]

Die Aktivitäten von Back Market können den R-Strategien R3 (Reuse), R4 (Repair) und R5 (Refurbish) zugeordnet werden (Abbildung 2-41). Der dargestellte Prozess zeigt, wie die Verteilung auf die SPaCiH-Anrainer erfolgen könnte. Back Market als Händler wird unterstützt von einem Logistikdienstleister in den Bereichen Reverse- und Dirstributionslogistik sowie einem Servicedienstleister in den Bereichen R4 (Repair) und R5 (Refurbish).

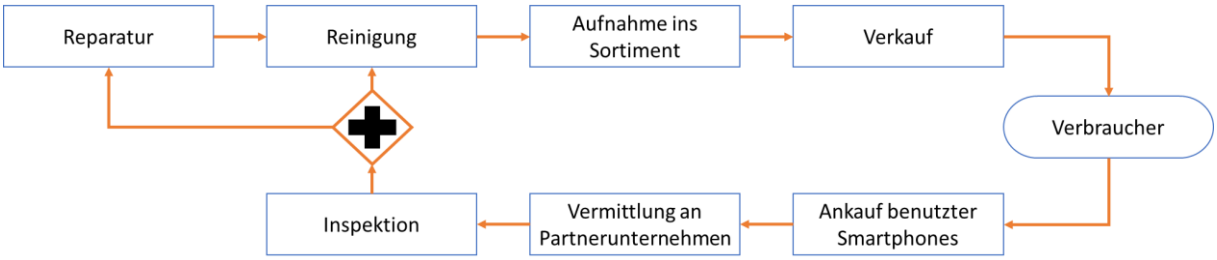


Abbildung 2-41: Prozesskette Back Market

Factsheet: Back Market

Standort: Paris, Frankreich
Gründung: 2014
Branche: Elektronikindustrie; Virtueller Marktplatz
Größe: 500-1.000 Mitarbeiter; 1.500 Verkäufer auf Plattform; 5 Mio. Kunden
Konzept: Europäischer digitaler Marktplatz für generalüberholte Elektronik (Smartphones, Tablets oder Laptops)

2.8.1.10.2 Parley for the Oceans & Adidas – PrimeBlue (R8 Recycling, Remining)

Parley for the Oceans ist eine Organisation, die sich zum Ziel gesetzt hat, die Verschmutzung der Meere zu bekämpfen. Dabei setzt Parley auf die A.I.R.-Strategie (Avoid, Intercept, Redesign), um die Plastikverschmutzung in allen Bereichen zu bekämpfen. Die Maßnahmen reichen von aktivistischen Maßnahmen zur generellen Reduzierung des Plastikeinsatzes bis hin zu manuellen Reinigungsarbeiten an Stränden. Der Sportartikelhersteller Adidas ist einer der Investoren von Parley. Die beiden Unternehmen arbeiten seit 2015 eng zusammen, um aus vorhandenen Kunststoffabfällen neue

[262] Vgl. (Back Market, 2022).

Produkte herzustellen. Parley kümmert sich um die Beschaffung von PET-Flaschen aus Plastikabfällen, die im Meer und an Stränden gefunden werden, während Adidas über Partnerunternehmen die Verarbeitung dieser Abfälle zu Plastikfasern organisiert. Aus diesen Plastikfasern stellt Adidas dann Produkte, wie Schuhe, her.[263]

Bereits 2017 gab Adidas bekannt, im Rahmen dieser Partnerschaft mehr als eine Million Schuhe produziert zu haben. Im Jahr 2023 wird Adidas die Partnerschaft mit Parley unter dem Label PrimeBlue führen, unter dem mehr als tausend verschiedene Produkte angeboten werden.

Die produktive Nutzung von Kunststoffabfällen kann der Strategie R8 (Recycling) sowie Remining zugeordnet werden, da es sich teilweise auch um bereits entsorgte Abfälle handelt. Darüber hinaus wird ein aktiver Beitrag zum Schutz der Meere und ihrer Ökosysteme geleistet.

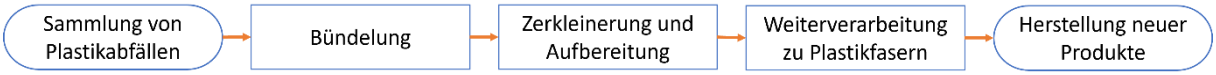


Abbildung 2-42: Prozesskette Adidas und Parley

Factsheet: Parley for the Oceans

Standort: New York, USA
Gründung: 2012
Branche: Schuh- und Lederwarenindustrie
Größe: 10 Mio. produzierte Schuhe aus recyceltem Plastik, seit Zusammenarbeit mit Adidas [Stand: 2020]
Konzept: Gemeinnützige Umweltorganisation, die sich für den Schutz der Ozeane einsetzt und im Rahmen der A.I.R-Strategie (Avoid, Intercept, Redesign) versucht, die Plastikverschmutzungen in allen Bereichen zu bekämpfen. Durch Kooperationen mit Unternehmen (insbesondere aus der Textilindustrie) sollen bei neuen Produkten Materialien aus bestehendem Plastikabfall zum Einsatz kommen.

2.8.1.10.3 Renault Re-FACTORY (R5, R6, R7)

Renault plant bis 2024 die Eröffnung einer sogenannten Re-FACTORY am Produktionsstandort Flins in der Nähe von Paris. Dort soll nach eigenen Angaben der erste europäische Mobilitätsproduktionsstandort mit negativem Klimafußabdruck entstehen.[264]

Die Re-FACTORY soll dabei in vier verschiedene Aktivitätszentren unterteilt werden:

- Re-TROFIT: Dieser Bereich soll sich mit der Reparatur und Modernisierung von gebrauchten Fahrzeugen beschäftigen, um deren Lebensdauer zu maximieren.
- Re-ENERGIE: In diesem Bereich sollen Recyclingmöglichkeiten für Batterien untersucht werden. Dies soll ein komplementäres Programm zu Renaults bereits bestehendem Recycling-Programm für Batterien darstellen.
- Re-CYCLE: Dieser Bereich soll sich mit den Aspekten der Wiederverwendung von Fahrzeugkomponenten befassen. Dies soll die Wiederverwendung oder Aufbereitung ganzer Fahrzeugbauteile oder der darin gebundenen Wertstoffe umfassen. Dies soll Renaults bestehende Bemühungen im Bereich von wiederverwendungsfreundlichen Bauteilen unterstützen.

[263] Vgl. (Adidas, 2017).
[264] Vgl. (Renault, 2022).

– Re-START: Dieser Bereich beschäftigt sich mit der Weiterentwicklung der Expertise und Forschung im Bereich der Circular Economy. Hier sollen ein eigenes Ausbildungszentrum sowie eine eigene Universität entstehen.

Renaults Strategien sind den R-Strategien R5 bis R7 einzuordnen. Das Aktivitätszentrum Re-TROFIT orientiert sich an R5 (Refurbish), Rr-CYCLE an R6 (Remanufacture) und Re-START an R7 (Repurpose). Zusätzlich wird mit Re-START das Ziel verfolgt, Forschung im Bereich der Nachhaltigkeit aktiv zu betreiben und zu fördern.

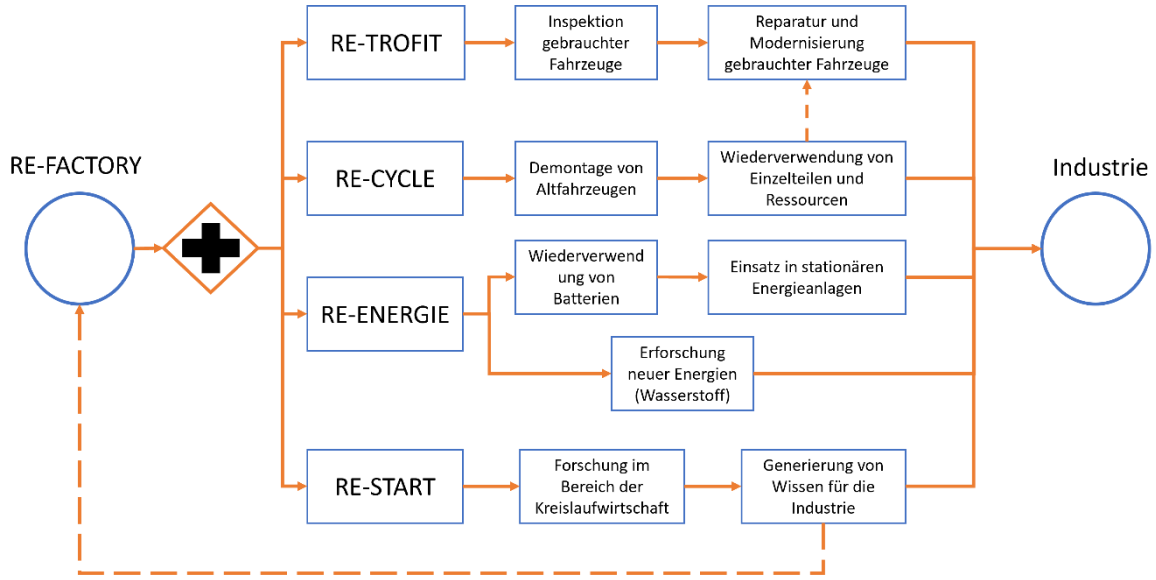


Abbildung 2-43: Prozesskette der Renault RE-FACTORY

Factsheet: RE-Factory

Standort: Aubergenville, Frankreich
Gründung: 2020 (Ankündigung)
Branche: Automobilindustrie
Größe: 700 Mitarbeiter (Ende 2021) → 3.000 MA (bis 2030); Re-FACTORY auf 230 ha mit 65 Gebäuden
Konzept: Zentrum für Kreislaufwirtschaft rund um das Thema Mobilität, das sich aus vier Aktivitätszentren zusammensetzt (Re-TROFIT, Re-ENERGIE, Re-CYCLE, Re-START). Ziel ist es, den Lebenszyklus von Automobilfahrzeugen maximal zu verlängern. Die Fabrik fokussiert sich dabei auf erneuerbare Energien, Wiederaufbereitung, Recycling und schonenden Umgang mit Ressourcen.

2.8.2 Smart-Regio-Foodhub

In diesem Kapitel wird das Konzept eines Smart Park-Foodhubs mit regionalem Einzugsgebiet beschrieben. In Bezug auf das SPaCiH-Netzwerk wird aufgezeigt, wie ein solcher Foodhub in das SPaCiH-Konzept eingebunden bzw. integriert werden kann. Durch die Integration eines Foodhubs könnte der Lebensmittelsektor im SPaCiH-Konzept abgedeckt werden. Ziel dieser Integration ist die nachhaltige Versorgung der Stadt mit frischen regionalen Lebensmitteln.

2.8.2.1 Definition eines Foodhubs

Das US-Landwirtschaftsministerium definiert einen Foodhub wie folgt: „eine zentral gelegene Einrichtung mit einer Unternehmensführungsstruktur, die die Aggregation, Lagerung, Verarbeitung, Verteilung und/ oder Vermarktung von lokal/ regional produzierten Lebensmittelprodukten erleichtert".[265] Der Foodhub stellt somit ein zentrales Element in der Wertschöpfungskette der Lebensmittelversorgung dar. Viele kleine landwirtschaftliche Erzeuger haben einen schlechten Zugang sowohl zu großen oder neuen Märkten als auch zu regionalen Abnehmern. Der Foodhub bündelt die Produkte vieler verschiedener Erzeuger, um mit einem großen Angebot auf den Markt zu gehen. Die Erzeuger sind meist auf wenige Produkte spezialisiert, sodass sich ein eigener Vertrieb nicht lohnt. Der Foodhub übernimmt nun die Bündelungsfunktion, indem viele kleine Erzeuger ihre Produkte an den Foodhub liefern und dieser mit einem breiten Angebot kleine und große Kunden beliefern kann. Die Unterstützung der Erzeuger durch den Foodhub ist dabei ein wichtiges Ziel. Daher liegt der Fokus auch auf regional produzierten Lebensmitteln, um die Erzeuger vor Ort zu unterstützen und damit die gesamte Region zu stärken. Darüber hinaus können durch Foodhubs Lücken in der Lebensmittelversorgung geschlossen und ein großflächiger Zugang zu frischen Lebensmitteln geschaffen werden.

Viele Foodhubs sind als Genossenschaften organisiert, in denen die vielen landwirtschaftlichen Erzeuger, die die Produkte liefern, Mitglieder sind. Sie bündeln beispielsweise ihre Produkte in der eigenen Genossenschaft, um mit einem großen Angebot einen größeren Markt zu erreichen. Ein Foodhub kann aber auch als gewinnorientiertes Unternehmen ausgestaltet sein. Foodhubs dienen als Kooperationssysteme zwischen Erzeugern und Vertreibern. Foodhubs ersetzen oder eliminieren Zwischenhändler und verkürzen so die Lebensmittelversorgungskette.[266]

Wie bereits in der vorangegangenen Definition angedeutet, muss ein Foodhub verschiedene Funktionen erfüllen. In Abbildung 2-44 sind der Aufbau eines Foodhub-Konzeptes dargestellt und die einzelnen Funktionen benannt. Auf der linken Seite stehen die vielen landwirtschaftlichen Produzenten, die ihre Produkte an den Foodhub liefern, und auf der rechten Seite die Abnehmer. Diese können der Lebensmitteleinzelhandel, die Industrie, die Gastronomie oder auch private Haushalte sein. In der Abbildung ist zu erkennen, dass die landwirtschaftlichen Produzenten sich auf wenige Produkte spezialisieren, die an den Foodhub geliefert werden. Dort werden dann die Funktionen Bündelung, Lagerung und ggf. Weiterverarbeitung durchgeführt. Durch die Bündelung der Produkte kann der Kunde nun aus einer breiten Produktpalette wählen und alle benötigten Lebensmittel aus einer Hand beziehen. Erkennbar ist dies an den gebündelten Lebensmitteln auf den Pfeilen zu den Abnehmern. Die Funktionen Verteilung und Vermarktung finden im Foodhub statt, jedoch in Verbindung mit den Abnehmern; daher sind diese Funktionen neben dem Foodhub dargestellt.

[265] (Barham, 2017).
[266] Vgl. (Aktas & Bourlakis, 2020, S. 249).

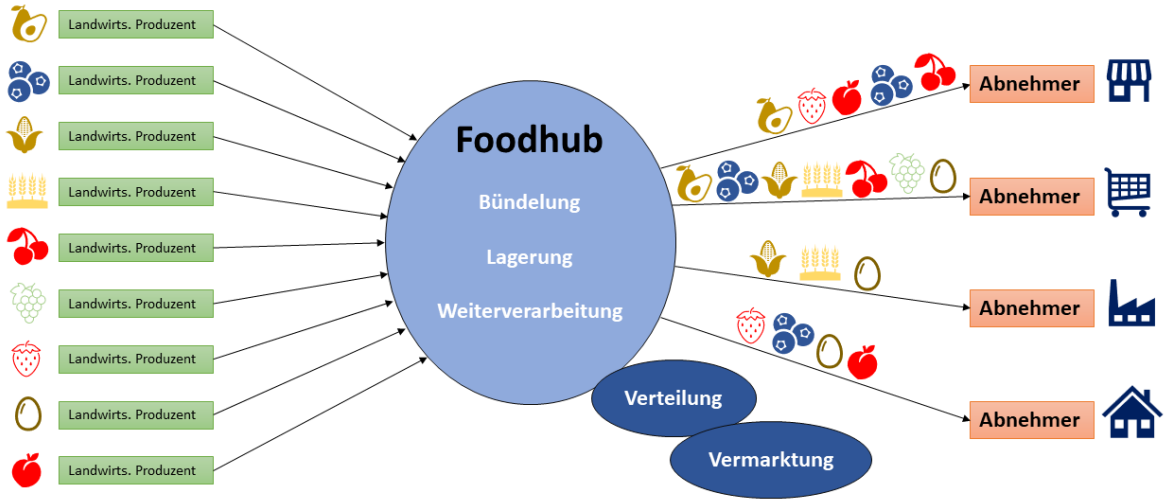


Abbildung 2-44: Funktionen eines Foodhubs

2.8.2.2 Einbindung eines Foodhubs ins SPaCiH-Konzept

Es besteht die Möglichkeit, dass ein SPaCiH-Standort sich auf eine bestimmte Güterart oder Branche konzentriert. Dies könnte z.B. durch einen regionalen Smart Park-Foodhub dargestellt werden, der sich ausschließlich auf die Herstellung und Weiterverarbeitung von Lebensmitteln konzentriert. Insgesamt ist das primäre Ziel jedes SPaCiH-Netzwerkes, mehrere Branchen zur Versorgung der Stadt zu bedienen und daraus Bündelungspotenziale zu ziehen. Aus dieser Motivation heraus könnte ein Standort in Form eines Smart-Regio-Foodhubs mit der Aufgabe der Lebensmittelversorgung in ein SPaCiH-Netzwerk integriert werden.

Abbildung 2-45 stellt diese Integration grafisch dar. Der Foodhub ist in das SPaCiH-Netzwerk integriert. Das Ziel von SPaCiH ist die nachhaltige Stadtversorgung; der Foodhub greift dies auf und formuliert für sich das Ziel der nachhaltigen Stadtversorgung mit frischen regionalen Lebensmitteln. Im SPaCiH-Netzwerk findet ein ständiger Austausch zwischen den einzelnen Unternehmen und damit auch im Foodhub mit dem Ziel statt, insbesondere unternehmensübergreifende Bündelungspotenziale im Transport zu nutzen und damit die Verkehrs- und Umweltbelastung in der Stadt zu reduzieren.

Der Foodhub stellt somit ein Ecosystem aus mehreren Unternehmen im SPaCiH-Netzwerk dar, das auch weitere Ecosystems beherbergen kann (vgl. Kapitel 2.3.6 und 3.1.2.6). Dabei kann ein solcher Foodhub konkret an einem SPaCiH-Standort angesiedelt sein, aber auch für sich alleinstehen. Dies ist realisierbar, solange die räumliche Distanz nicht zu groß wird und der Foodhub die Infrastruktur und Vorteile des SPaCiH-Netzwerkes mitnutzen kann. Wichtig ist eine adäquate Einbindung in das SPaCiH-Netzwerk. Hier sind vor allem der bereits erwähnte Austausch und die Vernetzung mit den anderen Unternehmen, insbesondere über die Kooperationsplattform, sehr wichtig, damit auf Nachfrage- und Angebotsschwankungen flexibel reagiert werden kann.

Ziel des SPaCiHs ist die nachhaltige Versorgung der Stadt mit Gütern, wobei der Lebensmittelsektor einen Teilbereich darstellt. Der Foodhub ergänzt somit das SPaCiH-Netzwerk. Um den Foodhub erfolgreich zu integrieren, müssen die Anforderungen an ein SPaCiH berücksichtigt und dieser entsprechend konfiguriert werden.

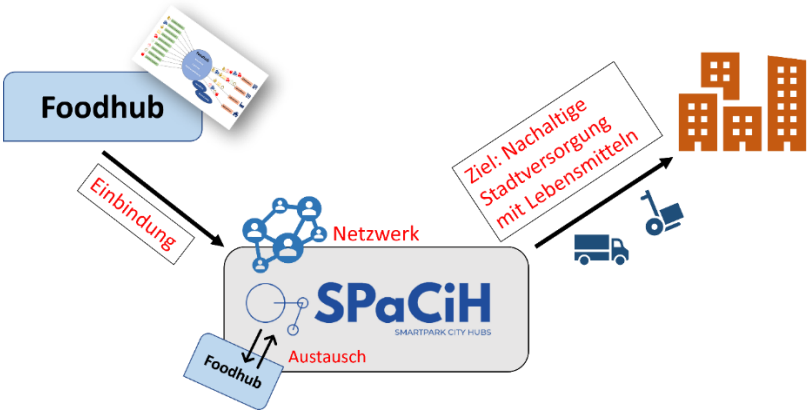


Abbildung 2-45: Einbindung eines Foodhubs ins SPaCiH-Konzept

Die Transportlogistik stellt bei einem Foodhub-Konzept einen essenziellen Teil dar. In einem SPaCiH-Netzwerk sind mehrere unterschiedliche Logistikdienstleister angesiedelt, welche sich um die logistische Versorgung der Stadt kümmern. Bei einer Integration eines Foodhubs können diese Logistikdienstleister auch für den Transport der Lebensmittel des Foodhubs genutzt werden. Sowohl für den Transport der Lebensmittel zum Foodhub als auch für die Auslieferung der gebündelten Ware zu den Kunden, gibt es die Möglichkeit zu kooperieren. Weiter können auch Aufgaben der Weiterverarbeitung, welche im Foodhub durchgeführt werden sollen, kooperativ erbracht werden. Durch die Integration weiterer Unternehmen aus der Lebensmittelbranche wird ein Lebensmittel-Ecosystem aufgebaut. Ein Verpackungsunternehmen, welches Verpackungsaufgaben für den Foodhub übernimmt, kann auch für andere Unternehmen im SPaCiH Verpackungsaufgaben übernehmen. Weiter werden im Foodhub durch die Kooperationsplattform die verfügbaren Ressourcen im SPaCiH-Netzwerk angezeigt, wodurch entsprechende Ressourcen im Bereich Lager und Transport gemeinsam nutzbar sind. Dadurch können Ressourcen optimal genutzt und ausgelastet werden. Hierbei kann auch die Ware des Foodhubs mit anderen Waren des SPaCiHs gebündelt werden, deren Abnehmer ebenfalls in der zu beliefernden Stadt konzentriert sind.

Schlussendlich sollen durch den Foodhub nicht nur die Stadt versorgt, sondern auch die Lebensmittelproduzenten vor Ort unterstützt und durch die regionale Ausrichtung die ganze Region gestärkt werden. Hinter solch einem Leitbild steht beispielsweise auch der Bundesverband der Regionalbewegung. Er definiert Regionalisierungsprozesse als Kern jeder Nachhaltigkeitsstrategie und kümmert sich um das Zusammenspiel der einzelnen Akteure (Produzenten, Handel, gesellschaftliche Akteure, Konsumenten) für eine erfolgreiche Nahversorgung. Ein Instrument hierfür ist die RegioApp, mit der bestimmte Produkte und Anbieter in der Region direkt gefunden werden können.[267]

[267] Vgl. (Bundesverband der Regionalbewegung e.V., 2022), (Bundesagentur für Arbeit, 2022) und (BUND - Bund für Umwelt und Naturschutz, März 2021).

Factsheet: Bundesverband der Regionalbewegung e.V.

Standort: Feuchtwangen, Bayern
Branche: Dachverband für Akteure regionalen Wirtschaftens
Größe: vertritt derzeit ca. 350 Mitgliedsorganisationen
Konzept: Erhalt und Förderung der regionalen Wertschöpfung in folgenden Bereichen: Nahversorgung mit Lebensmitteln, regionale Schulentwicklung, regionale Finanzdienstleister, regionale erneuerbare Energien, regionales Handwerk. Lobbyarbeit für Regionalvermarktungsinitiativen sowie kleine und mittlere Unternehmen.

Die Idee der regionalen Wertschöpfungsketten zur Unterstützung der landwirtschaftlichen Erzeuger ist dementsprechend bereits etabliert. Der Verein Genussregion Niederrhein kümmert sich beispielsweise zusammen mit seinen Mitgliedsunternehmen darum, die Vermarktung regional erzeugter Lebensmittel noch effektiver zu fördern. Ziel ist eine saisonale und regionale Kreislaufwirtschaft für landwirtschaftliche Erzeugnisse am Niederrhein. [268]

Factsheet: Genussregion Niederrhein e.V.

Standort: Wesel, Niederrhein
Branche: Projektarbeit und Marketingaktivitäten für die Vermarktung regionaler Lebensmittel
Größe: über 100 Mitgliedsunternehmen
Konzept: Nachhaltige Gestaltung des Entwicklungsraumes Niederrhein und dazu der Ausbau von regionalen Wertschöpfungsketten. Stärkung der bäuerlichen Landwirtschaft und Förderung der gemeinsamen Weiterverarbeitung, der Logistik und der Vermarktung regionaler Produkte vom Niederrhein.

2.8.2.3 Akteure und Rollen im Ecosystem

Damit die Lebensmittel „vom Feld zum Kunden“ kommen, realisiert der Foodhub ein ganzes Ecosystem mit verschiedenen Akteuren. Der Foodhub kombiniert alle Dienstleistungen zur Herstellung und Weiterverarbeitung von Lebensmitteln. In der hier dargestellten Form eines integrierten Foodhubs, kann ein Großteil der Aufgaben von Unternehmen aus dem SPaCiH-Netzwerk übernommen werden. Wesentlich ist die Einbindung des Smart-Regio-Foodhubs in das landesweite SPaCiH-Netzwerk, um so auch überregionale Erzeuger und Abnehmer in Ergänzung zum lokalen Agrarprodukte-Portfolio einbinden zu können. Somit könnten auch ausländische Erzeugnisse eines globalen Marktes bei Bedarf mitverarbeitet werden. Abbildung 2-46 gibt einen Überblick über die verschiedenen Stufen im Wertschöpfungsprozess des Foodhubs und die einzelnen Funktionsbausteine. Diese werden im vierten Abschnitt dieses Kapitels nochmal näher betrachtet. Abbildung 2-47 zeigt übersichtlich die verschiedenen Akteure des Smart-Regio-Foodhub Ecosystems.

[268] Vgl. (Genussregion Niederrhein e.V., 2022).

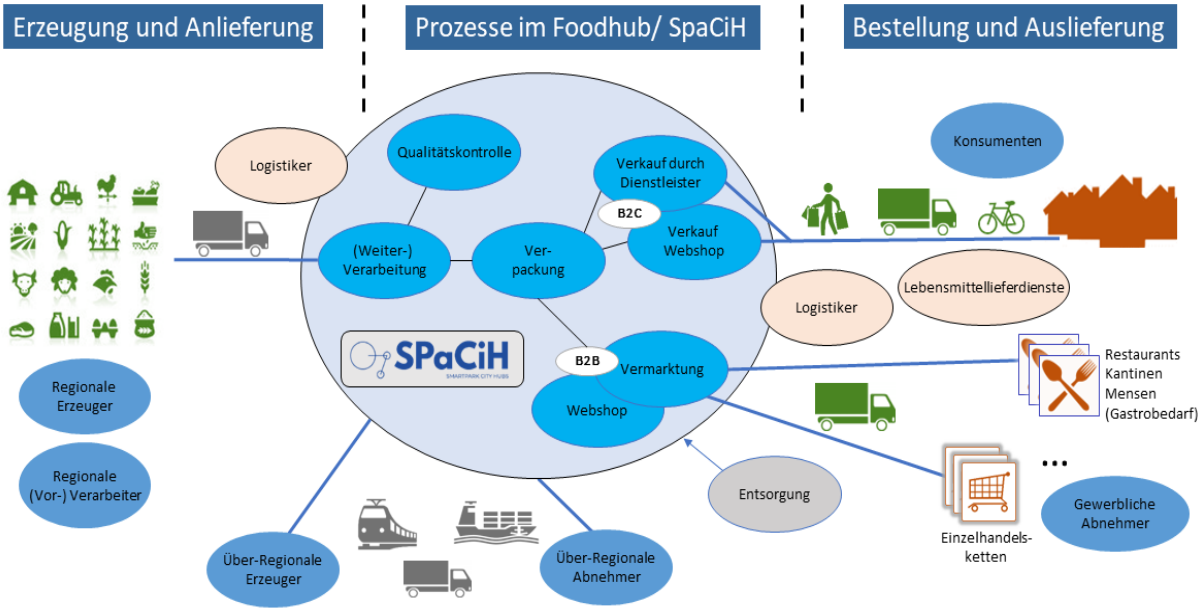


Abbildung 2-46: Modellierung Regio Food Hub

Abbildung 2-47: Akteure im Smart-Regio-Foodhub Ecosystem

Tabelle 2-12 beschreibt detailiert die einzelnen Akteure und ihre Rollen im Ecosystem des Smart-Regio-Foodhubs.

Akteure	Rolle im Ecosystem
SPaCiH-Netzwerk	Das SPaCiH-Netzwerk dient als Grundlage in diesem Konstrukt. Es bietet dem Foodhub verschiedene Dienstleistungen, wie z.B. logistische Services in der City-Belieferung oder die Vernetzung mit anderen SPaCiHs. Weiter bestehen für den Foodhub aufgrund der Nähe zu den anderen Unternehmen im SPaCiH verschiedene Möglichkeiten der Kooperation. Dies kann durch die SPaCiH-eigene Kooperationsplattform begünstigt werden. Mit dem E-Commerce-Modul der SPaCiH-Plattform können die Lebensmittel direkt an die Endkunden vermarktet werden.
Foodhub	Der Foodhub ist der zentrale Träger in diesem Konstrukt, er stellt den Kern bzw. einen Funktionsbereich des SPaCiH-Standortes dar. Im SPaCiH-Standort wird die Bündelung und Lagerung der Lebensmittel durchgeführt, dies stellt den zentralen Punkt in der Wertstromkette dar, welche vom Foodhub aus organisiert wird. Der Foodhub entscheidet, welche weiteren Akteure mit in das Ecosystem integriert werden. Er verfolgt das Ziel der nachhaltigen Versorgung der Region mit frischen regionalen Lebensmitteln.
Logistiker	Logistikdienstleister können den gebündelten Transport der frischen regionalen Lebensmittel von den einzelnen Erzeugern hin zum Foodhub übernehmen. Weiter können sie auch die Belieferung der Kunden in der Stadt aus dem Foodhub heraus übernehmen. Bestenfalls sind die Logistikdienstleister auch im SPaCiH angesiedelt und mithilfe der Kooperationsplattform kann eine optimale Ausnutzung der Transportkapazitäten erreicht werden.
Lebensmittel-lieferdienste	Lebensmittellieferdienste können zusätzlich die Aufgabe der Auslieferung der Lebensmittel in die Stadt übernehmen. Dabei verfügen die meisten Anbieter schon über viel Erfahrung, besonders bei der Belieferung von Privathaushalten bzw. kleinen Abnehmern. Die Lebensmittellieferdienste können auch außerhalb des SPaCiHs angesiedelt sein.
Unternehmen Weiter-verarbeitung	Im Foodhub sollen die frischen regionalen Lebensmittel nicht nur gebündelt werden, sondern auch weitere Wertschöpfungsprozesse durchgeführt werden. Hierzu zählen z.B. die Weiterverarbeitung, Sortierung, Reinigung, Qualitätskontrolle oder die Verpackung der Lebensmittel. Diese Aufgaben können im Foodhub durchgeführt werden, sie können aber auch an andere Unternehmen im SPaCiH-Netzwerk vergeben werden. Die Kooperationsplattform vereinfacht in diesem Fall das Auffinden von passenden und synergetischen Dienstleistern zur Erbringung aller notwendigen Dienstleistungen.
Erzeuger/ (Vor-) Verarbeiter	Die Lebensmittelerzeuger bzw. -Verarbeiter, welche ihre Produkte an den Foodhub liefern, sollen nach Möglichkeit aus der Region stammen. Dabei soll durch eine große Anzahl an Erzeugern ein großes Sortiment generiert werden. Für bestimmte Produkte können bei Bedarf auch überregionale Erzeuger genutzt werden. Die Lebensmittelerzeuger stellen den Beginn der Wertstromkette dar.
Kunden	Die Kunden des Foodhubs sollen nach Möglichkeit regional angesiedelt sein. Jedoch besteht auch hier die Möglichkeit, überregionale Kunden zu beliefern. Kunden sind private Konsumenten sowie gewerbliche Abnehmer, wie z.B. Einzelhandelsketten, Restaurants oder Kantinen. Sie stellen das Ende der Wertstromkette dar. Die Kunden haben die Möglichkeit, aus dem großem Sortiment des Foodhubs zu wählen und durch den Kauf von frischen regionalen Lebensmitteln die regionalen Erzeuger zu unterstützen.

Tabelle 2-12: Akteure im Smart-Regio-Foodhub-Ecosystem

Ein Beispiel für ein funktionierendes Ecosystem im Bereich der Lebensmittelversorgung ist der Fresh-Park Venlo. Er bezeichnet sich als Europas größter Frische- und Food-Hub. Der Fresh-Park Venlo ist ein Dreh- und Angelpunkt in der europäischen Lebensmittellogistik, mit einem dementsprechend weit über dem regionalen Charakter hinausgehendem Einzugsgebiet. Von Venlo aus werden Kunden in ganz Europa beliefert. Der Park hat eine optimale Anbindung an das Verkehrsnetz und die nahgelegenen Flug- und Binnenhäfen. Im Fresh-Park Venlo sind Unternehmen aus den Bereichen Lebensmittelproduktion, Lebensmittelhandel im Import- und Export-Bereich, Lebensmittelverpackung

und -sortierung und Logistikdienstleistung angesiedelt. Der Freshpark Venlo als Unternehmen übernimmt dabei die Rolle eines Vermittlers zwischen den angesiedelten Unternehmen und stellt Infrastruktur und Parkmanagementdienstleistungen zur Verfügung.[269]

Factsheet: Freshpark Venlo

Standort: Venlo, Niederlande
Branche: Gewerbepark mit Spezialisierung auf frische Lebensmittel
Größe: 135 ha Gelände; 400.000 m² Lagerhallen; über 100 Unternehmen aus der Lebensmittelindustrie auf dem Gelände
Konzept: Positionierung als Europas größter Frische- und Food-Hub. Auf dem Gelände des Freshparks Venlo findet eine Bündelung von Dienstleistungen rund um Lebensmittel statt. Der Freshpark Venlo unterstützt dabei die angesiedelten Unternehmen mit verschiedenen Serviceleistungen. Damit ist der Freshpark, auch durch seine optimale geographische Lage, ein zentraler Dreh- und Angelpunkt für die Lebensmittelversorgung in ganz Europa.

2.8.2.4 Funktionsbausteine des Foodhubs

Im Folgenden sollen exemplarisch die einzelnen Funktionsbausteine des Smart-Regio-Foodhubs erläutert werden. Dafür ist auf Abbildung 2-46 zu verweisen, in welcher der Wertschöpfungsprozess des Foodhubs dargestellt ist. Die einzelnen Funktionen sind den SPaCiH-Service-Ebenen zugeordnet (vgl. Kapitel 2.4.7.5). Die entsprechende Zuordnung ist in der Tabelle 2-13 ablesbar.

Service-Ebene	Funktionsbausteine
Management	– Unterstützung der Region – Aufbau des Foodhub-Ecosystems – Management des Ecosystems
Wertschöpfung	– Beschaffung von Lebensmitteln – Urban Farming – Weiterverarbeitung von Lebensmitteln – Weiterverwendung von Lebensmitteln – Vertrieb der Lebensmittel – Reinigung von Mehrwegbehältern
Logistik	– Sammeltransport zum SPaCiH – Auslieferung auf der letzten Meile – Bündelung und Optimierung von Transporten – Lagerung – Qualitätskontrolle – Verpackung – Kommissionierung – Abwicklung von Mehrwegbehälterkreisläufen
Energieversorgung	– Verwertung von Abfallstoffen

Tabelle 2-13: Zuordnung der Funktionsbausteine zu den Service-Ebenen

2.8.2.5 Management

Unterstützung der Region – Aufbau des Foodhub-Ecosystems

Der Foodhub unterstützt die regionalen Lebensmittelerzeuger, indem er deren Erzeugnisse abnimmt und sich um deren Vertrieb kümmert. Gleichzeitig versorgt er die Kunden in der Region mit frischen regionalen Lebensmitteln. Der Foodhub stellt somit durch seine Bündelung einen optimalen Vermittler zwischen Anbieter und Nachfrager dar und orchestriert das Foodhub-Ecosystem. Er übernimmt die komplette Koordination der Versorgungskette vom Feld bis zum Kunden. Durch den Verbleib der

[269] Vgl. (Fresh Park Venlo, 2022).

Produkte in der Region und die regionale Nachfrage wird die Region gestärkt und die Kunden profitieren von hochwertigen regionalen Lebensmitteln.

Management des Ecosystems

Der Foodhub muss jederzeit die Struktur der ihn beliefernden Lebensmittelerzeuger im Auge behalten und die anderen Unternehmen in seinem Ecosystem koordinieren. Um ein breites und qualitativ hochwertiges Sortiment anbieten zu können, müssen entsprechend neue Lieferanten ausgewählt oder bestehende aufgrund von Qualitätsmängeln aussortiert werden. Die Struktur muss so gestaltet sein, dass die Lebensmittelerzeuger bei der Belieferung des Foodhubs nicht in Konkurrenz zueinander stehen und den Kunden ein breites Sortiment angeboten werden kann.

2.8.2.6 Wertschöpfung

Im Folgenden geht es um die Aktivitäten des Foodhubs, die aktiv zur Wertschöpfung im Versorgungsprozess beitragen. Die Wertschöpfung des Foodhubs wirkt sich auch auf die Gesamtwertschöpfung des SPaCiHs aus.

Beschaffung von Lebensmitteln

Wie bereits bei der Managementkomponente erwähnt, baut der Foodhub ein Netzwerk von regionalen Lieferanten auf. Über diese Lebensmittelerzeuger generiert er sein Produktsortiment, mit dem dann die Kunden beliefert werden können. Der Foodhub kann durch sein Geschäftskonzept einen Teil der regionalen Nachfrage abdecken, indem er die Produkte selbst bei den Lebensmittelerzeugern beschafft und an seine regionalen Kunden verkauft. Dabei hat der Foodhub Einfluss auf Art, Umfang und Menge der beschafften Lebensmittel. Wertschöpfend ist vor allem die Beschaffung in Verbindung mit der Bündelung der Lebensmittel. Dadurch kann, je nach Größe des Foodhubs, ein großes Sortiment abgedeckt werden, welches für die Versorgung einer ganzen Region geeignet ist.

Urban Farming

Das Konzept Urban Farming beschreibt den kommerziellen Anbau von Lebensmitteln in städtischen Ballungsgebieten. Dabei werden die produzierten Lebensmittel direkt für den Eigenbedarf des jeweiligen Gebietes genutzt. Mithilfe von vertikalen Farmen und innovativen Indoor-Farmen werden effizient und ökologisch Gemüse, Obst und sogar Fisch produziert. Die Vorteile des Urban Farming sind die direkte Nutzung der Produkte vor Ort, die Frische der Produkte, die im Gegensatz zur Feldwirtschaft optimierte Wasser- und Flächennutzung durch geschlossene Bewässerungssysteme und vertikalen Anbau sowie örtliches Wirtschaftswachstum durch neue urbane Farmen.[270]

Urban Farming könnte eine Lieferquelle für den Smart-Regio-Foodhub sein und einen weiteren Teil der Wertschöpfung ausmachen. Solche urbanen Farmen könnten einerseits auf dem Gelände des Foodhubs, aber auch auf anderen Flächen in der zu versorgenden Stadt angesiedelt werden. Der Smart-Regio-Foodhub könnte den Betrieb und die Koordination der Farmen übernehmen und die Lebensmittel über sein Netzwerk vertreiben. Durch die räumliche Nähe werden wiederum Transportwege eingespart, Kühlketten verkürzt und die Verbraucher erhalten tagesfrische Produkte direkt aus ihrer Nachbarschaft. Die beschriebenen Vorteile können genutzt werden, um Lebensmittel ressourcenschonend stadtnah bzw. in der Stadt zu produzieren und damit die Versorgungsmöglichkeiten und die Versorgungssicherheit für die Bevölkerung zu erhöhen.

Ein Beispiel für Urban Farming ist das Berliner Unternehmen ECF Farmsystems, das bereits 2014 eine Indoor Farm in Berlin errichtet hat. Inzwischen hat das Unternehmen für seine Kunden weitere große

[270] Vgl. (Rösemeier-Buhmann, 2022).

Farmen in Bad Ragaz, Brüssel und Wiesbaden gebaut. Das Unternehmen setzt dabei auf die Aquaponik-Technologie, bei der Fische und Pflanzen am selben Ort gezüchtet bzw. angebaut werden. Durch einen geschlossenen Wasserkreislauf können so die Ausscheidungen der Fische als Dünger für die Pflanzen genutzt werden.[271]

Factsheet: ECF Farm Berlin

Standort: Berlin
Branche: Gartenbau und Fischzucht
Größe: Indoor-Farm über 1.800 m²
Konzept: Betrieb einer Indoor-Farm mithilfe der Aquaponik-Technik. Anbau von Basilikum und Züchtung von Buntbarsch.

Weiterverarbeitung von Lebensmitteln

Am Standort des Foodhubs werden Lebensmittel nicht nur gebündelt, sondern können auch weiterverarbeitet werden. Zum einen können die Lebensmittel zu neuen Produkten verarbeitet werden. Beispielsweise kann aus Obst Saft gepresst, aus Getreide Mehl gemahlen oder Milch zu anderen Produkten weiterverarbeitet werden. Die Weiterverarbeitung kann bis zur Produktion von Fertiggerichten und Kantinenbelieferung gehen und damit einen erheblichen Teil der Wertschöpfungskette abdecken.

Des Weiteren werden Lebensmittel z.B. nach Größe, Gewicht und Form sortiert, um verschiedene Qualitäten zu trennen. Ebenso werden sie portioniert, um entsprechend verpackt zu werden. Dabei können die Lebensmittel unbehandelt oder bereits geschält oder zerkleinert sein. Vor der Verarbeitung müssen die Lebensmittel ggf. gereinigt werden. Insbesondere frisches Obst und Gemüse, das direkt vom Feld zum Foodhub geliefert wird, muss entsprechend gereinigt werden.

Der Foodhub kann auch das Kühlen und Einfrieren von Lebensmitteln übernehmen. Frische Lebensmittel können vor Ort verarbeitet und direkt eingefroren werden, um sie für den Kunden haltbar zu machen. Ebenso gibt es frische Lebensmittel, wie z.B. Salatköpfe, die für den Transport heruntergekühlt werden müssen. Das Vertriebszentrum in Kempen nutzt beispielsweise die Vakuumkühlung, um Salatköpfe effizient herunterzukühlen. Dieser Foodhub hat dafür spezielle Anlagen vor Ort und übernimmt den Service für die anliefernden Erzeuger.[272]

Factsheet: Absatzzentrale Kempen

Standort: Kempen, Niederrhein
Branche: Handel mit Obst und Gemüse; Lebensmittellogistik
Größe: 13 ha großes Gelände; ca. 250 Mitarbeiter
Konzept: In der Absatzzentrale wird regionales Obst und Gemüse von ca. 50 Erzeugern, welche rund um Kempen angesiedelt sind, kommissioniert und verpackt. Die Auslieferung erfolgt mit einem eigenen Fuhrpark. Der Hauptkunde ist der Lebensmitteldiscounter Lidl.

Nicht alle dieser Weiterverarbeitungsaktivitäten müssen im Foodhub durchgeführt werden, viele können auch an andere Dienstleister im SPaCiH-Netzwerk ausgelagert werden. In der Regel können sich um einen Foodhub im SPaCiH-Netzwerk, an dem ein großer Lebensmittelumschlag stattfindet, mehrere

[271] Vgl. (ECF Farmsystems, 2022) und (ECF Farmsystems, 2023).
[272] Vgl. (Bonus, 2022) und (wer-zu-wem.de, 2022).

solcher Weiterverarbeitungsbetriebe ansiedeln, um mit dem Foodhub zusammenzuarbeiten und ein entsprechendes Ecosystem aufzubauen.

Weiterverwendung von Lebensmitteln

Bei der Sortierung und Aufbereitung der Lebensmittel kann es vorkommen, dass einige aufgrund ihrer Form, Größe oder auch Haltbarkeit nicht für den direkten Verkauf an den Endverbraucher geeignet sind. Sind die Lebensmittel jedoch trotz ihrer Mängel noch verwertbar, wird geprüft, wie sie zu anderen Produkten weiterverarbeitet werden können. So kann beispielsweise aus deformierten Früchten noch Saft gewonnen werden. Ein Beispiel dafür ist das schwedische Unternehmen Rescued Fruits. Das Unternehmen sammelt importiertes Obst, das in Schweden wegen mangelnder Qualität aussortiert wird, bei den jeweiligen Importeuren ein. Daraus werden dann Fruchtsäfte hergestellt. Durch diese Maßnahmen werden die Verschwendung von Lebensmitteln minimiert und zusätzliche Wertschöpfung generiert.[273] Ein weiteres Beispiel ist die Bewegung Foodsharing, die sich seit mehr als zehn Jahren für die Rettung von noch genießbaren Lebensmitteln einsetzt. Ehrenamtliche „Foodsaver“ können aussortierte oder übrig gebliebene Lebensmittel, die sonst im Müll landen würden, im Foodhub einsammeln und an gemeinnützige Einrichtungen oder Privatpersonen verteilen.[274]

Factsheet: Rescued Fruits

Standort: Helsingborg, Schweden
Branche: Obst- und Gemüseverarbeitung
Größe: 15 Mitarbeiter
Konzept: Rettung aller Arten von Obst und Gemüse, welche für den regulären Handel aussortiert werden. Die Lebensmittel werden von Großhändlern, Supermärkten, Bauernhöfen und Landwirten an das Unternehmen gespendet. Aus dem Obst und Gemüse entstehen Säfte, Chips und Düngemittel.

Factsheet: Foodsharing

Standort: Köln, NRW
Branche: Plattform zum Verteilen von überschüssigen Lebensmitteln
Größe: über 137.000 Foodsaver; über 544.000 Foodsharer
Konzept: Umwelt- und Bildungspolitische Bewegung, die sich gegen den achtlosen Umgang mit Ressourcen und für ein nachhaltiges Ernährungssystem einsetzt. Foodsharer teilen private Lebensmittel mit anderen Foodsharern. Foodsaver sammeln überschüssige Lebensmittel ein und verteilen diese an gemeinnützige Einrichtungen, Privatpersonen oder legen sie in die Fairteiler. Fairteiler sind öffentlich zugängliche Kühlschränke oder Boxen für gerettete Lebensmittel.

Vertrieb der Lebensmittel

Wie dargestellt, übernimmt der Foodhub den Vertrieb der Lebensmittel für die Erzeuger. Die SPaCiH-Plattform bietet mit dem E-Commerce-Modul die Möglichkeit, die regional erzeugten Lebensmittel direkt an die Endkunden zu vermarkten, sodass der zusätzliche Umweg über einen weiteren Händler entfallen kann. Dabei kann der Foodhub auf die Infrastruktur der SPaCiH-Plattform zurückgreifen und

[273] Vgl. (Annebäck, 2017) und (Fruit Processing, 2022).
[274] Vgl. (foodsharing, 2022).

muss keine eigenen Kapazitäten aufbauen. Im Vertrieb werden dann die beiden Kundengruppen Privat- und Geschäftskunden mit ihren unterschiedlichen Anforderungen angesprochen.

Insbesondere im Privatkundengeschäft besteht auch die Möglichkeit, den Vertrieb der Lebensmittel über Food-Lieferdienste abzuwickeln. Diese übernehmen die Bestellung und Auslieferung und erhalten das Sortiment vom Foodhub. Viele dieser Lebensmittellieferdienste setzen in ihrem Geschäftsmodell auf regionale Lebensmittel und könnten somit das Sortiment des Foodhubs nutzen. Beispiele für Lebensmittellieferdienste sind die Unternehmen Bauerntüte und ökullus.[275]

Factsheet: Bauerntüte

Standort: Köln, NRW
Branche: Lieferdienst für Bio-Lebensmittel
Größe: +10 Mitarbeiter
Konzept: Lieferung von Bio-Lebensmitteln, welche über einen Online-Shop bestellt werden können. Expresslieferung mit eigenem Logistiker, auch von gekühlten Lebensmitteln, im NRW-Liefergebiet. Deutschlandweite Lieferung per DHL. Nutzung von nachhaltiger Verpackung und Zusammenarbeit mit lokalen Landwirten.

Factsheet: ökullus

Standort: Münster, NRW
Branche: Lieferdienst für Bio-Lebensmittel
Größe: Liefergebiet im Großraum Münster
Konzept: Lieferung von regional produzierten Bio-Lebensmitteln, welche über einen Online-Shop bestellt werden können. Die Auslieferung erfolgt mit eigenen Fahrzeugen und Lastenrädern.

Reinigung von Mehrwegbehältern

Für die Nutzung eines Mehrwegbehälterkreislaufes bei der Verpackung und Auslieferung der Lebensmittel muss es entsprechende Reinigungsstationen zur Wiederaufbereitung dieser Mehrwegbehälter geben. Solche Reinigungsstationen können im Foodhub installiert werden, die Aufgabe kann aber auch an weitere Unternehmen im SPaCiH-Netzwerk ausgelagert werden.

2.8.2.7 Logistik

Die logistischen Prozesse im SPaCiH umfassen z.B. die Lagerung, den Umschlag und den Transport von Waren. Im Foodhub sind diese logistischen Prozesse ebenso fester Bestandteil. Der Umschlag der Ware erfolgt im Foodhub, der Transport erfolgt von den Erzeugern hin zum Foodhub und vom Foodhub zu den Kunden. Nachfolgend sollen die einzelnen Aspekte der Logistik näher beschrieben werden.

Sammeltransport zum SPaCiH

Die Lebensmittel sollten im Optimalfall von Logistikdienstleistern aus dem SPaCiH-Netzwerk von den Erzeugern hin zum Standort des Smart-Regio-Foodhubs geliefert werden. Dadurch werden die Erzeuger entlastet und es können Sammeltransporte vorgenommen werden. Ein Lkw kann beispielsweise pro Tour mehrere Erzeuger anfahren, sodass die Transportkapazitäten optimal ausgenutzt werden.

Auslieferung auf der letzten Meile

[275] Vgl. (Bauerntüte, 2022) und (ökullus, 2023).

Die Auslieferung an die Kunden in der Stadt wird auch als Auslieferung auf der letzten Meile bezeichnet. Hier können vom Foodhub z.B. Logistikdienstleister oder Lebensmittellieferdienste eingesetzt werden, um nicht eigene Kapazitäten für diese Aufgabe aufbauen zu müssen. Dabei können beispielsweise die Lebensmittellieferdienste die Privatkunden und die Logistikdienstleister die gewerblichen Kunden mit größeren Auftragsmengen versorgen. Gerade für die Lebensmittellieferdienste bietet der Foodhub eine gute Plattform, um mit dem Sortiment viele Kunden zu erreichen. Bei der Auslieferung in der Stadt sollte im Sinne der Nachhaltigkeit auf emissionsarme Transportmittel, wie Lastenräder oder elektrische Fahrzeuge, gesetzt werden. Lebensmittellieferdienste wie Picnic setzen bereits auf solche Auslieferfahrzeuge.[276]

Factsheet: Picnic

Standort: Amsterdam/ Niederlande; Düsseldorf/ NRW; Paris/ Frankreich
Branche: Online-Supermarkt
Größe: 2.000 Mitarbeiter
Konzept: Online-Supermarkt mit einem reichhaltigen Sortiment. Die Lieferung erfolgt zu vorgegeben Zeiten kostenlos nach Hause. Zur Auslieferung nutzt Picnic ausschließlich kleine Elektrotransporter, welche weniger Lärm erzeugen, keine CO_2-Emissionen ausstoßen und durch ihre kompakte Größe den Verkehr weniger behindern.

Bündelung und Optimierung von Transporten

Beim Transport hin zum Foodhub und aus dem Foodhub heraus, sollten die Transporte von den entsprechenden Logistikdienstleistern gebündelt werden. Hin zum Foodhub können je Tour mehrere Lebensmittelerzeuger angefahren werden und bei der Auslieferung können je Tour mehrere Kunden angefahren werden. Der Foodhub hat als Ziel, nicht nur Lebensmittel, sondern auch Transporte zu bündeln. Über die SPaCiH-Kooperationsplattform können auch freie Transportkapazitäten von weiteren Logistikdienstleistern genutzt werden, sodass verschiedene Waren in einer Tour gebündelt transportiert werden können. Durch die Bündelung der Lebensmittel an einem Ort und der Bündelung mit weiteren Transporten des SPaCiH-Netzwerkes, werden die Versorgungstransporte in die Stadt optimiert. Die Folge ist, dass die Kapazitäten zur Auslieferung in die Stadt optimal ausgenutzt und nicht ausgelastete Transporte, welche zusätzlich den Verkehr belasten würden, verhindert werden.

Lagerung

Im Optimalfall werden die Lebensmittel im Foodhub nach der Anlieferung direkt gebündelt, ggf. weiterverarbeitet und weiter zu den Kunden geliefert. Zwischen diesen Schritten müssen die Lebensmittel kurzzeitig im Foodhub gelagert werden. Dafür müssen entsprechende Lagerkapazitäten aufgebaut werden. Da es sich bei dem Lagergut um frische Lebensmittel handelt, müssen Kühllager und ggf. auch Tiefkühllager vorhanden sein. Weiter müssen die Lebensmittel schnellstmöglich wieder ausgelagert werden, damit diese frisch bei den Kunden ankommen und keine Ware verdirbt.

Besonders der Aufbau von sogenannten Kühlzentren, also Kühl- und Tiefkühllagern, könnte einen großen Nutzen für das gesamte SPaCiH-Netzwerk bringen. Die Kühlzentren können in nachhaltige Lieferketten eingebunden werden und dienen als zentraler Lager- und Umschlagsplatz für die Lebensmittelversorgung. Unter anderem können dabei Synergien zwischen überregionalen und regionalen Lieferketten etabliert werden. Ein Kühlzentrum wäre somit ein bedeutender Baustein für einen effizienten Foodhub. Als Beispiel sei hier der Tiefkühllogistiker Nordfrost genannt, der ein solches

[276] Vgl. (Picnic, 2022).

Tiefkühlzentrum beim Pilotpartner DeltaPort im Rhein-Lippe-Hafen Wesel errichtet. An der eigenen Kaje kann die temperaturgeführte Ware direkt entladen und eingelagert werden. Von Wesel aus sind die ARA-Häfen per Binnenschiff für den Im- und Export erreichbar. Damit ist das Terminal in Wesel Teil des „Cool Corridors".[277]

Factsheet: Nordfrost Kühlzentrum im Rhein-Lippe-Hafen Wesel

Standort: Rhein-Lippe-Hafen Wesel, NRW
Ausstattung: Eigene Kaje mit Containerumschlag (175 m); In der Planung: Tiefkühlhaus, Läger für Waren im plus-gradigen Temperaturbereich, Projektverladungshallen
Größe: 16 ha Gesamtfläche
Konzept: Verlagerung von Kühlverkehren auf die Wasserstraße des Rheins, um die Landverkehre auf die Auslieferung auf der letzten Meile zu beschränken. Nutzung des Hafenterminals als Umschlags- und Lagerungsort für temperaturgeführte Ware. Nutzung des „Cool Corridors" zu den ARA-Häfen.

Qualitätskontrolle

Um seinen Kunden einwandfreie Lebensmittel bieten zu können, muss der Foodhub die zu bündelnden Lebensmittel auf ihre Qualität überprüfen. Dies kann in einer eigenen Abteilung im Foodhub durchgeführt werden. Eigene Räumlichkeiten mit entsprechenden Prüfinstrumenten helfen dabei, qualitativ minderwertige Lebensmittel auszusortieren. Dafür müssen bei jedem Wareneingang in den Foodhub die Lebensmittel zuerst gesichtet und bei Bedarf entsprechende Proben genommen werden. Eine zusätzliche Möglichkeit, welche noch einen Schritt davor ansetzt, ist die Besichtigung der Erzeugerbetriebe. Mitarbeiter des Foodhubs lassen sich beim Erzeuger die Anbaubedingungen zeigen und protokollieren die qualitativen Standards, welche vor Ort angewendet werden. Durch diese Vorgehensweise kann schon im Vorfeld überprüft werden, ob die Lebensmittelerzeugnisse den Qualitätsstandards entsprechen werden und Erzeugerbetriebe können zeitnah vom Foodhub ausgeschlossen bzw. neue Betriebe dazugewonnen werden.

Verpackung

Ein Service, den der Foodhub übernehmen kann, ist die Verpackung der Lebensmittel. Dabei müssen die meisten Lebensmittel nicht aufwändig verpackt werden. Viele Obst und Gemüsesorten können beispielsweise lose in Kisten gelagert und so an die Kunden ausgeliefert werden. Jedoch gibt es auch Obst und Gemüse, aber auch Fleisch- und Molkereiprodukte, welche extra verpackt bzw. in kleinere, kundenspezifische Verpackungen umgepackt werden müssen. Die Verpackung kann im Foodhub vorgenommen werden. Diese Aufgabe kann aber auch an einen Dienstleister im SPaCiH bzw. -Netzwerk ausgelagert werden.

Kommissionierung

Die Bündelung der Lebensmittel im Foodhub schließt die Kommissionierung dieser für die weitere Auslieferung an die Kunden mit ein. Die Kommissionierung muss so gestaltet sein, dass sowohl für die Großkunden als auch für die kleineren Privatkunden entsprechend kommissioniert werden kann. Die Kommissionierung erfolgt in Absprache oder ggf. sogar in Kooperation mit den jeweiligen Unternehmen für die Auslieferung. Bei der Kommissionierung sollte bereits darauf geachtet werden, wie die späteren Transporte mit den einzelnen Kommissionieraufträgen gebündelt werden können.

[277] Vgl. (DeltaPort Niederrheinhäfen, 2021).

Abwicklung von Mehrwegbehälterkreisläufen

Insbesondere bei Stammkunden, wie Privatkunden, Restaurants, Kantinen, sollten Mehrwegverpackungen eingesetzt werden. Durch Mehrwegkreisläufe kann im Sinne der Nachhaltigkeit Verpackungsmüll vermieden werden. Solche Mehrwegbehälter können bei der nächsten Lieferung direkt wieder mitgenommen und zum Foodhub zurückgebracht werden. Im Foodhub muss dann, wie in der Wertschöpfungskomponente beschrieben, eine entsprechende Einrichtung zur Reinigung und Aufbereitung der Mehrwegbehälter installiert werden, damit diese wiederverwendet werden können. Der Smart-Regio-Foodhub muss sich um die Beschaffung der Mehrwegbehälter und die Umsetzung der Kreislaufführung kümmern. Ziel sollte es sein, möglichst viele Kunden und Partnerunternehmen in diesen Kreislauf zu integrieren. Einen solchen Ansatz verfolgt beispielsweise das Unternehmen Gerne Ohne, das Lebensmittel ausschließlich in Mehrwegpfandgläsern versendet.[278]

Factsheet: Gerne Ohne

Standort: München, Bayern
Branche: Online-Shop für Bio-Lebensmittel
Größe: 3 Mitarbeiter
Konzept: Deutschlandweite Lieferung von haltbaren Bio-Lebensmitteln, welche über Online-Shop bestellt werden können. Lieferung erfolgt über Paketdienstleister. Lebensmittel werden nur in Mehrweg-Schraubgläsern verpackt, welche nach Gebrauch zurückgesendet werden können.

2.8.2.8 Energieversorgung

Verwertung von Abfallstoffen

Die Produkte des Foodhubs werden von den Kunden konsumiert, dabei fallen jedoch Abfälle, wie Biomüll oder Verpackungsmüll, sofern nicht in allen Bereichen auf Mehrwegverpackungen gesetzt wird, an. Diese Abfälle können über ein Kreislaufsystem in den Foodhub bzw. in das SPaCiH-Netzwerk zurückgeführt und dort zur Energiegewinnung genutzt werden (vgl. Kapitel 2.7).

2.8.2.9 Konfigurationsmethode für einen Foodhub

Im Folgenden werden orientiert an den SPaCiH-Service-Ebenen die Ausprägungen je Funktionsbaustein in einem morphologischen Kasten zusammengefasst. Dies ermöglicht, wie in Kapitel 2.4.2 beschrieben, eine anforderungs- und standortspezifische Konfiguration des Foodhubs. Konfiguration eines Foodhubs im Rahmen eines SPaCiH-Netzwerkes. Dabei ist zu beachten, dass ein Foodhub als eigenständiger SPaCiH-Standort, als Funktionsbereich in einem SPaCiH oder über verteilte Funktionsbausteine im SPaCiH-Netzwerk realisiert werden kann (vgl. Kapitel 2.4.7.2).

Konfiguration Managementservices				
Festlegung des Produktportfolios	Trockenprodukte/ Konserven	Frische ungekühlte Produkte	Frische gekühlte Produkte	Tiefkühlprodukte
Festlegung der Produktherkunft und der Lebensmittelproduzenten	Ökologischer Anbau		Konventioneller Anbau	
	Regionale Erzeuger	Regionale Verarbeiter	Überregionale Erzeuger	Überregionale Verarbeiter
Geschäftsaufnahme mit Lebensmittelproduzenten	Direkte Ansprache des Produzenten durch den Foodhub		Bewerbung des Produzenten beim Foodhub	
Serviceauswahl für Lebensmittelproduzenten	Beratung	Austauschplattform/ Bündelung von Bestellungen	Qualitätskontrollen	
Serviceauswahl für Auslieferer	Beratung		Technischer Service	

[278] Vgl. (Gerne Ohne, 2022).

Konfiguration Managementservices				
Festlegung der Kundenzielgruppe	B2C	B2B	B2A	
Festlegung des Bestell-Kanals	Online	Telefonische Bestellung	Bestellung per Mail	Persönliche Bestellung vor Ort
Konfiguration Smart Park Wertschöpfung				
Wertschöpfungsaktivitäten	Weiterverarbeitung von Lebensmitteln	Weiterverwendung von Lebensmitteln	Sortierung	Reinigung
Wertschöpfungsort und Zuständigkeit	Durchführung im Foodhub		Durchführung durch Unternehmen im SPaCiH-Netzwerk	
Vermarktung der Produkte	Vermarktung durch den Foodhub	Vermarktung durch den Zulieferer	Vermarktung durch den Auslieferer	
Betreiber Webshop	Foodhub	SPaCiH Netzwerk (Kooperationsplattform)	Auslieferer	
Konfiguration Logistik				
Anlieferung zum Foodhub	Anlieferung durch den Produzenten	Transport durch eigenen Fuhrpark des Foodhubs	Transport durch Logistikunternehmen des SPaCiH-Netzwerkes	
Lagerarten	Trockenlager	Kühllager	Tiefkühllager	
Kommissionierung	Vom Foodhub im Foodhub	Vom Auslieferer im Foodhub	Vom Auslieferer außerhalb des Foodhubs	
Value Added Services	Verpackung	Qualitätskontrolle	Reinigung von Mehrwegbehältern	
Verpackung	Keine Verpackung	Einmalverpackung zum wegwerfen	Mehrwegbehälter	
Auslieferung	Mit Fuhrpark des Foodhubs	Durch Logistikdienstleister	Durch Lebensmittellieferdienst	

Tabelle 2-14: Funktionsbausteine eines Foodhubs und deren Ausprägungen

2.8.3 H2 Hub

2.8.3.1 Definition

In Anbetracht des globalen Klimawandels sowie der daraus resultierenden Initiativen, bis 2050 Klimaneutralität anzustreben, ist die Integration eines H2-Hubs im SPaCiH ein möglicher Ansatz, als smarter und nachhaltiger Gewerbepark, einen Betrag zur Energiewende zu leisten. Für den Begriff H2-Hub gibt es bisher keine wissenschaftlich einheitliche Definition. Dennoch wird der Gedanke von H2-Hubs in zahlreichen Wasserstoffprojekten aufgegriffen und als mögliches Konzept vorgeschlagen. Es herrscht dabei ein allgemeines Verständnis darüber, dass es sich hierbei um einen Standort des Wasserstoff-Ökosystems handelt, in welchem die Produktion, Nutzung sowie die Distribution von Wasserstoff erfolgt.[279] Wasserstoff kann eine zentrale Rolle zur Senkung der Emissionen einnehmen, indem der weitgehende Einsatz fossiler Rohstoffe in der Industrie, im Gebäudesektor sowie in der Logistik stufenweise durch Wasserstoff substituiert wird. Wasserstoff als Substitut fossiler Energieträger kann verschiedene Einsatzfelder bedienen, wie in nachfolgender Tabelle dargestellt. Zentral ist der Einsatz in den Bereichen industrieller Prozesse, Mobilität, Energiespeicher oder Sektorenkopplung.

Einsatzfeld	Zweck
Industrielle Prozesse	Substitut fossil erzeugten Wasserstoffes in Prozessen.
Mobilität	Brennstoffzellen können für Fahrzeuge als Antriebstechnologie verwendet werden.
Energiespeicher	(Erneuerbare) Energie kann bedarfsgerecht eingespeichert oder freigegeben werden.
Sektorenkopplung	Derivate aus dem PtX-Verfahren[280] ermöglichen den Einsatz in nicht direkt elektrifizierbaren Nutzungskontexten.

Tabelle 2-15: Einsatzfelder Wasserstoff.[281]

[279] Vgl. (LBST, 2022, S. 20).
[280] Definition siehe Kapitel 2.8.3.2.
[281] Vgl. (BMWi, o.J., S. 2).

Die EU-Kommission hat im Jahr 2020 eine Wasserstoffstrategie veröffentlicht, in welcher die Entwicklung und Produktion von erneuerbarem (grünem) Wasserstoff in der EU forciert wird. Bis 2030 soll dabei ein europaweites Wasserstoff-Ökosystem etabliert werden, in welchem die Nutzung von Wasserstoff in allen Sektoren erfolgt und nachhaltige industrielle Wertschöpfungsketten für Wasserstoff etabliert sind. Hierzu muss die Produktion von grünem Wasserstoff beschleunigt werden. Um das zu erreichen, soll die Leistung der Wasserstoffproduktion durch Elektrolyse erhöht werden.[282] In Deutschland wurde ebenfalls im Jahr 2020 die Nationale Wasserstoffstrategie Deutschlands (NWS) von der Bundesregierung verabschiedet, die eine stufenweise Entwicklung der Wasserstofftechnologie vorsieht und entsprechende Rahmenbedingungen für den Aufbau der Wasserstoff-Wertschöpfungskette über unterschiedliche Zeithorizonte definiert. Die NWS zielt darauf ab, Treibhausgasemissionen zu reduzieren und zugleich einen neuen Exportmarkt für die deutsche Volkswirtschaft zu eröffnen.[283]

Auf Landesebene hat auch das Bundesland Nordrhein-Westfalen im Jahr 2020 eine Wasserstoff-Roadmap verfasst, die den Industrie- und Wirtschaftsstandort NRW durch die Wasserstofftechnologie nachhaltiger ausrichten soll. Nach Angaben des MWIKE NRW[284] soll durch Wasserstoff ein Viertel der CO_2-Emissionen eingespart werden.[285] Ein H2-Hub in einem SPaCiH kann einen idealen Standort für die Wasserstoffproduktion sowie die regionale und nationale Distribution darstellen. Die Verteilung des Wasserstoffes erfordert die Einbindung des H2-Hubs in ein logistisches Netzwerk. Dabei wird der Wasserweg eine wichtige Rolle spielen. Die in das SPaCiH-Netzwerk eingebundenen Häfen und deren Ausstattung mit H2-Hub-Funktionalitäten sind daher von großer Bedeutung. Das SPaCiH-Netzwerk kann somit ein zentraler Baustein für ein zukunftsfähiges Umsetzungskonzept der europäischen und nationalen Wasserstoffstrategien sein.

2.8.3.2 Akteure und Rollen im Ecosystem

Unter dem Begriff Wasserstoff-Ökosystem wird innerhalb des SPaCiH-Konzeptes ein Netzwerk verstanden, bestehend aus verschiedenen Akteuren und Funktionen, das auf den Aufbau einer Wasserstoff-Wertschöpfungskette ausgerichtet ist. Das Wasserstoff-Ökosystem ist dabei als eine Ausprägungsform des Business Ecosystems innerhalb eines SPaCiHs zu verstehen. Innerhalb eines SPaCiHs können unterschiedliche Anrainer, sowie auch umliegende Unternehmen und Kommunen an diesem Ökosystem partizipieren. Die Akteure und Rollen innerhalb eines Wasserstoff-Ökosystems werden differenziert in Erzeuger, Versorger und Verbraucher von Wasserstoff, angelehnt an die Stufen der Wasserstoff-Wertschöpfungskette nach dem Bundesministerium für Bildung und Forschung.[286]

Erzeuger

Da die Europäische Kommission in ihrer Wasserstoff-Roadmap einen wichtigen Schwerpunkt auf die Produktion von grünem Wasserstoff legt, sind in diesem Zuge Hersteller- und Betreiber von Elektrolyseanlagen in das Ökosystem zu integrieren. Sie nehmen in einem H2-Hub dabei eine Schlüsselrolle ein, da durch sie die regionale Produktion und Distribution von grünem Wasserstoff ermöglicht wird. Da die Produktion von grünem Wasserstoff ebenfalls mit einem enormen Energieaufwand verbunden ist, und der Strom hierzu aus regenerativen Energien zu beziehen ist, nehmen darüber hinaus Betreiber von Wind- und Solarparks eine wichtige Rolle im Ökosystem ein. Laut

[282] Vgl. (Bundesregierung, 2020).
[283] Vgl. (BMBF, (o.J.)).
[284] MWIKE NRW - Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen.
[285] Vgl. (MWIKE NRW, 2020, S. 7).
[286] Vgl. (BMBF, 2020).

einer Prognose der Internationalen Organisation für erneuerbare Energien 2050, werden Solar- und Windkraft die Hauptquellen für die globale Stromgewinnung darstellen.[287] Die Wind- und Solarenergie kann neben dem externen Bezug aus Energieparks auch zum Teil von lokal angesiedelten Anrainern im SPaCiH bezogen werden. In einem kurzen bis mittleren Zeitraum wird außerdem neben dem grünen Wasserstoff auch der Gebrauch von kohlenstoffarmem Wasserstoff (türkisen Wasserstoff) notwendig sein. Bei türkisen Wasserstoff werden als Ausgangsstoffe Erd- oder Biogas verwendet. Da Biogas ebenfalls im Rahmen der nachhaltigen Energieversorgung eines SPaCiHs eine Rolle einnehmen kann, wären hier mögliche Synergien zwischen den Betreibern von Biogasanalgen und Methan-Pyrolyseanlagen zu schöpfen. Zu der Gruppe der Erzeuger können zudem Power-to-X Anlagenhersteller und Betreiber hinzugezählt werden. Unter dem Begriff Power-to-X werden verschiedene Verfahren zusammengefasst, die durch Umwandlung von erneuerbarer Energie und grünem Wasserstoff, synthetische Kraftstoffe und Folgeprodukte herstellen, als Gas (Power-to-Gas) oder als Flüssigkeit (Power-to-Liquid).[288]

Versorger

Neben der Erzeugung ist die Versorgung mit Wasserstoff ein weiterer wichtiger Teil der Wasserstoff-Wertschöpfungskette. Um die Regionen mit Wasserstoff zu versorgen, wird eine leistungsstarke und hocheffiziente Wasserstoff-Infrastruktur benötigt. Deutschland wird nach wie vor auf Importe von Wasserstoff aus wind- und sonnenreichen Regionen, wie Nordafrika oder Chile, angewiesen sein.[289] Aus diesem Grund werden H2-Terminals in Häfen eine wichtige Rolle für den Import von Wasserstoff einnehmen, da sie direkte Anlaufpunkte für den Import über Wasserwege sind und die Verteilung ins Hinterland übernehmen können.[290] Darüber hinaus wird die Gas-Infrastruktur eine wichtige Komponente im Wasserstoff-Ökosystem einnehmen. Die Pipelines, die derzeit für den Transport von Erdgas eingesetzt werden, können nach entsprechender Umrüstung ebenfalls für den Wasserstofftransport zum Einsatz kommen. Deutschland transportiert bereits heute schon Biomethan (CH4) und Wasserstoff in unterschiedlichen Anteilen als Zumischung. Bis 2050 soll dann das gesamte deutsche Gasnetz an die Wasserstoffstrategie der Bundesregierung angepasst werden.[291] Neben Hafenbetreibern sind zudem auch Spediteure Versorgungspartner von Wasserstoff, da sie für den Transport zwischen Quellen und Senken zuständig sind. Um die Versorgung von Wasserstoff über das gesamte Jahr sicherzustellen, ist eine saisonale Speicherung erforderlich. Dies kann u.a. in sogenannten Salzkavernen vorgenommen werden, die bereits für die Speicherung von Erdgas eingesetzt werden.[292] Salzkavernen sind künstlich erzeugte, unterirdische Höhlen in Salzstrukturen. Neben Betreibern von Salzkavernen sind darüber hinaus auch Partner in das Ökosystem zu integrieren, die eine Bereitstellung von Wasserstoff ermöglichen. Als weitere Partner des Ökosystems können daher Betreiber von Wasserstofftankstellen hinzugezählt werden, die insbesondere in einem SPaCiH aufgrund der Multimodalität die Betankung von gleich verschiedenen Verkehrsmitteln ermöglichen. In einem H2-Hub ist eine Wasserstofftankstelle daher ein elementarer Teil der Infrastruktur.

Verbraucher

Als potenzielle Verbraucher bzw. Abnehmer des Wasserstoff-Ökosystems sind Industrie und insbesondere Chemiekonzerne zu nennen. Dies können auch Anrainer im SPaCiH bzw. -Netzwerk sein.

[287] Vgl. (IRENA, 2020, S. 68).
[288] Vgl. (Göbelbecker, 2021).
[289] Vgl. (Bergel, 2021).
[290] Vgl. (Schuhmacher, 2021, S. 3).
[291] Vgl. (TÜV Nord, o.J.).
[292] Vgl. (Europäische Kommission, 2020b, S. 14).

In der Chemieindustrie kann grüner Wasserstoff als Ausgangsstoff für die Herstellung von den synthetischen Kraftstoffen sowie Methanol und Ammoniak eingesetzt werden.[293] Ammoniak kann neben der Nutzung als Düngermittel für die Landwirtschaft ebenfalls als flüssiges Speichermedium für Wasserstoff verwendet werden. Auch innerhalb der Industrie kann Wasserstoff beispielsweise für die Herstellung vom grünen Stahl eingesetzt werden. Als Vorreiter in Deutschland ist dabei Thyssen Krupp zu nennen, die 2019 einen Hochofen mit Wasserstoff eingespeist haben.[294] Als wichtiger Abnehmer von Wasserstoff ist zudem der Verkehrssektor zu nennen, der sich in Personen- und Güterverkehr unterteilen lässt. Wasserstoff oder auf Wasserstoffbasis hergestellte synthetische Kraftstoffe können als Treibstoff für Pkws, Lkws, Schiffe oder Züge eingesetzt werden. Die Europäische Kommission sieht Wasserstoff-Brennstoffzellen und synthetische Brennstoffe vor allem in den Bereichen, in denen die Modifizierung auf Elektromotoren schwierig umzusetzen ist, wozu insbesondere die Luft- und Schifffahrt hinzugezählt werden können. Aber auch im Schienenverkehr können Züge die Wasserstofftechnologie als Antrieb nutzen und damit Diesellokomotiven substituieren. Ebenfalls ist es denkbar, dass Wasserstoff zukünftig zum Heizen von Wohn- und Geschäftsgebäuden eingesetzt wird.[295]

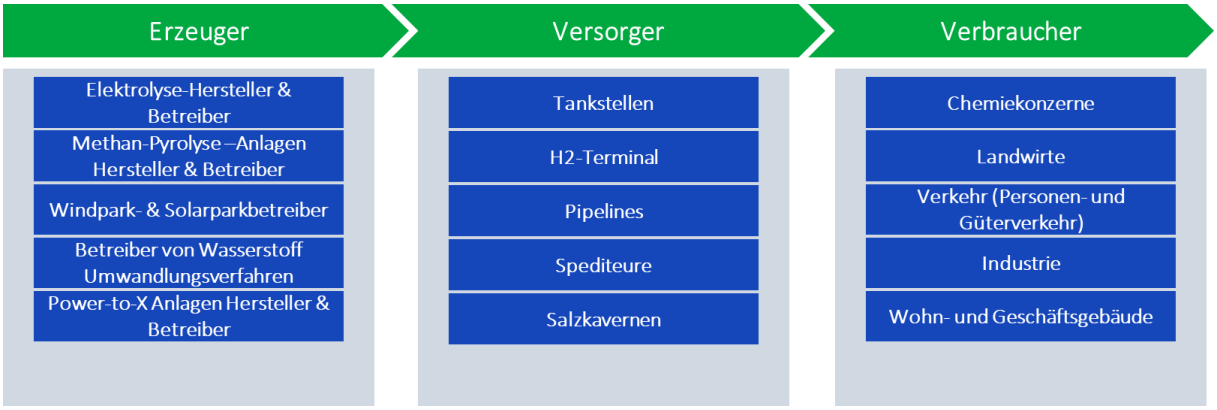


Abbildung 2-48: Mögliche Akteure und Rollen in der Wasserstoff-Wertschöpfungskette[296]

2.8.3.3 Funktionsbausteine und Einbindung in das SPaCiH-Konzept

Ein H2-Hub ist ein wesentlicher Bestandteil bei der Konfiguration der Servicebausteine in einem SPaCiH. Durch die trimodale Anbindung am Hafen sowie der angesiedelten Wertschöpfungs- und Logistikbetriebe bietet ein SPaCiH die besten Voraussetzungen dazu einen Wasserstoff-Cluster zu bilden, um damit die lokale Versorgung mit Wasserstoff zu unterstützen und den regionalen Bedarf zu befriedigen.[297] Das SPaCiH-Konzept sieht vor, dass aus den Gewerbeparks heraus eine ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltige Ver- und Entsorgung sowohl von Städten als auch des ländlichen Raums erfolgt. Ein H2-Hub in einem SPaCiH soll damit als Drehscheibe für die Verteilung von Wasserstoff dienen und gleichzeitig neben der regionalen H2-Produktion auch eine Anlaufstation für den Import von möglichst grünem Wasserstoff bieten. Im nachfolgenden soll auf die Bestandteile eines H2-Hubs sowie deren konkreten Funktionsausprägungen eingegangen werden. Ein H2-Hub setzt sich dabei im Wesentlichen aus sieben Funktionen zusammen.

[293] Vgl. (Europäische Kommission, 2020b, S. 12).
[294] Vgl. (Thyssenkrupp AG, 2019).
[295] Vgl. (Europäische Kommission, 2020b, S. 8).
[296] Eigene Darstellung in Anlehnung an (BMBF, 2020).
[297] Vgl. (Europäische Kommission, 2020b, S. 8).

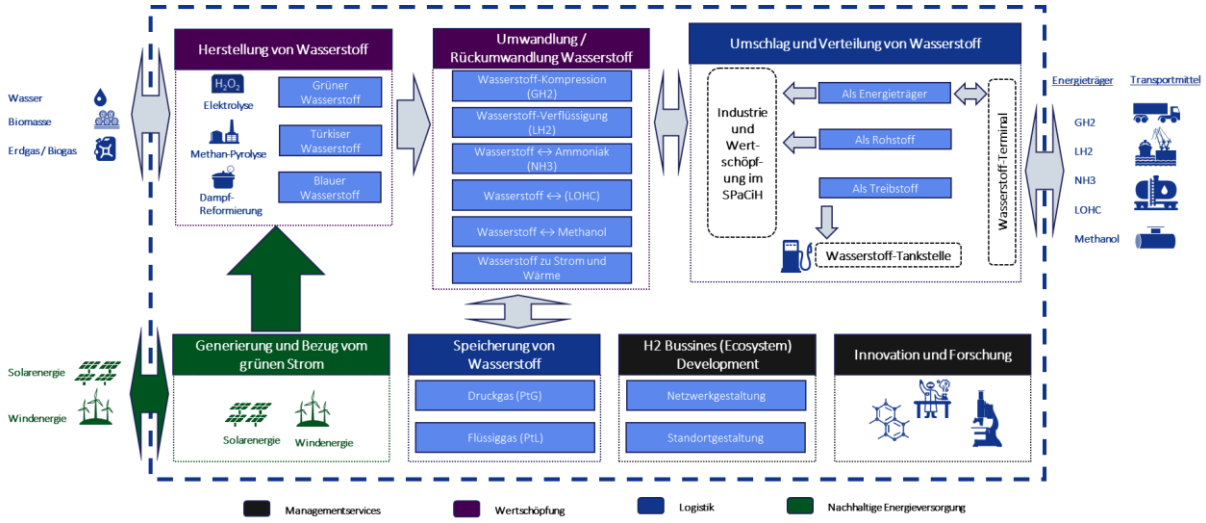


Abbildung 2-49: H2-Hub im SPaCiH

Produktion von Wasserstoff

Als eine der wichtigsten Kernfunktionalitäten ist allen voran die Herstellung von Wasserstoff zu nennen. Der Schwerpunkt der Produktion soll dabei auf grünen Wasserstoff gelegt werden, da dies die einzige Möglichkeit der klimaneutralen Wasserstoffproduktion darstellt. Zur Realisierung der grünen Wasserstoffproduktion müssen hierzu Elektrolyseanlagen in den H2-Hub integriert werden, die den Wasserstoff auf Basis von Strom aus regenerativem Ursprung herstellen. Elektrolyseanlagen sollen somit vorrangig die Landschaft eines H2-Hubs in einem SPaCiH prägen. Neben Elektrolyseanlagen können zur grünen Wasserstoffproduktion ebenfalls photobiologische Verfahren zum Einsatz kommen, in denen aus Biomasse Wasserstoff hergestellt wird. Hier bestehen mögliche Synergien mit einem Foodhub im SPaCiH bzw. SPaCiH-Netzwerk. Die Integration von photobiologischen Anlagen in einem SPaCiH treibt die Umsetzung bioökonomischer Prozesse an und erfüllt zeitgleich die Zieldimensionen des SPaCiH-Konzeptes. Auf dem Weg zum Markthochlauf des grünen Wasserstoffes sowie des Ausbaus der grünen Wasserstoffinfrastruktur soll übergangsweise auch auf weitere Wasserstoffformen gesetzt werden, die möglichst CO_2-neutral sind.[298] Dazu gehören türkiser und blauer Wasserstoff. Für die Herstellung von türkisem Wasserstoff müssen Methan-Pyrolyseanlagen in den H2-Hub integriert werden. In diesen Anlagen wird Wasserstoff mittels Methan-Pyrolyse gewonnen, wobei Methan aus Erd-oder Biogas gewonnen, stark erhitzt und dadurch in seine Bestandteile Wasserstoff (H2) und Kohlenstoff (C) aufgespalten wird.[299] Die Aufspaltung erfordert hohe Temperaturen, die idealerweise aus regenerativen Energiequellen stammen sollte.[300] Das bei der Abspaltung gewonnene Nebenprodukt Kohlenstoff, könnte wiederum in der Aluminium-, Stahl-, Reifen- und Bauindustrie weiterverwertet werden.[301] Im Sinne der im SPaCiH-Konzept angestrebten industriellen Symbiose sollten die Verbraucher Anrainer im SPaCiH sein. Am Pilotstandort DeltaPort gibt es z.B. eine Aluminiumproduktion. Eine weitere CO_2-arme, jedoch in Deutschland sehr umstrittene Möglichkeit Wasserstoff herzustellen ist blauer Wasserstoff. Blauer Wasserstoff wird analog zum grauen Wasserstoff mittels Dampfreformierung auf Basis von Erdgas gewonnen. Allerding wird das entsprechende CO_2 nach dem Trennprozess unterirdisch gelagert und gelangt somit nicht in die

[298] Vgl. (Europäische Kommission, 2020b, S. 6).
[299] Vgl. (BASF, 2021).
[300] Vgl. (Volpert, Janßen, & Weitzel, 2021, S. 406).
[301] Vgl. (Böck, 2021).

Atmosphäre.[302] Bei der Konfiguration eines H2-Hubs innerhalb eines SPaCiHs sollte der Fokus auf die Produktion von grünem Wasserstoff gesetzt und der Bau der erforderlichen Anlagen und Infrastrukturen entsprechend gefördert werden. Sollten allerdings Infrastrukturen zur blauen oder türkiesen Wasserstoffproduktion in einem SPaCiH bestehen, so sollten diese bis zum vollständigen Ausbau der grünen Wasserstoffinfrastruktur weiterhin genutzt werden.

Generierung von Strom

Die Herstellung von Wasserstoff in all seinen Formen erfordert große Mengen an Energie. Diese soll im SPaCiH aus regenerativen Quellen stammen und im Sinne einer autonomen Energieversorgung möglichst im eigenen Industriepark erzeugt werden. Aus diesem Grund ist die regenerative Stromerzeugung als zentrale Funktionalität eines H2-Hubs zu nennen. Die wichtigsten regenerativen Energiequellen sind Wind- und Sonnenenergie, die durch Windkraft- und Photovoltaikanlagen erzeugt werden. Beide Anlagentypen sind integraler Bestandteil eines SPaCiH-Konzeptes, das eine nachhaltige und im Idealfall autonome Energieversorgung anstrebt. Da der im Park erzeugte Strom jedoch der Energieversorgung des gesamten SPaCiH dient und der energieintensive H2-Hub nur eine von vielen Dienstleistungskomponenten des Konzeptes darstellt, kann der Strombedarf im SPaCiH durchaus höher sein als das Stromerzeugungsangebot im Park selbst. Aus diesem Grund sollte der Bezug von regenerativem Strom auch außerhalb des Gewerbeparks in Betracht gezogen werden. Der Strom kann entweder von anderen SPaCiHs in der Region oder alternativ aus dem öffentlichen Netz bezogen werden. Wichtig ist hier jedoch, dass beim Fremdbezug die Herkunft des Stroms bekannt ist und es sich um 100 % regenerativen Strom handelt.

Wasserstoffumwandlung und Rückumwandlung

Eine weitere wichtige Funktionalität eines H2-Hubs ist die Umwandlung des regional erzeugten Wasserstoffes sowie die Rückumwandlung von importierten Wasserstoffträgern in Wasserstoff. Die Umwandlung des Wasserstoffes ist insbesondere für den Transport sowie der Speicherung ratsam, da Wasserstoff ein extrem leichtes Gas mit sehr geringer Dichte ist. Im Vergleich zum Erdgas benötigt Wasserstoff zum Transport und Speichern des gleichen Energiegehaltes größere Speicher, was die Wirtschaftlichkeit der Wasserstoffhandhabung negativ beeinflusst.[303] Um die Energiedichte zu erhöhen und das Speichervolumen gleichzeitig zu verringern, kommen u.a. Verfahren der Wasserstoffkompression und -verflüssigung zum Einsatz.

Bei der Wasserstoffkompression wird der Druck von Wasserstoff mittels Wasserstoffverdichter erhöht. Je nachdem wie hoch der Druck des Wasserstoffes ausfallen soll, können verschiedene Verdichterbauarten zum Einsatz kommen.[304] Beim verdichteten Wasserstoff wird auch vom gasförmigen Wasserstoff (GH2) gesprochen. Im Falle der Wasserstoffverflüssigung wird Wasserstoff hingegen in Verflüssigungsanlagen auf -253 °C abgekühlt. Dieser Prozess geht mit einem enormen Energieaufwand einher, da hierzu ca. 20-40 % der im Wasserstoff gespeicherten Energie benötigt wird.[305] Flüssiger Wasserstoff wird mit der Kennzeichnung LH2 abgekürzt. Sowohl beim GH2 als auch beim LH2 handelt es sich um reinen Wasserstoff, welcher aufgrund des hohen Drucks oder der Kühlung auf -253 °C nur mit hohem Aufwand gespeichert und transportiert werden kann. Darüber hinaus ist Wasserstoff in Reinform hochentzündlich, wodurch auch der Sicherheitsaspekt in den Vordergrund gerückt wird. Aus diesem Grund wird derzeit an alternativen Speichermedien für Wasserstoff geforscht.

[302] Vgl. (Volpert, Janßen, & Weitzel, 2021, S. 405 f.).
[303] Vgl. (Quaschning, 2021a, S. 342).
[304] Vgl. (Schmidt, 2022, S. 352).
[305] Vgl. (Volpert, Janßen, & Weitzel, 2021, S. 408).

Die alternativen Ausprägungen der Wasserstoffumwandlung müssen daher auch in einem H2-Hub Einzug finden.

Hierzu kann zum einen die Umwandlung von Wasserstoff zu Ammoniak (NH3) sowie dessen anschließende (Re-)Umwandlung hinzugezählt werden. Ammoniak ist eine der weltweit meistproduzierten Chemikalien und wird hauptsächlich als Grundstoff für die Produktion von weiteren Stickstoffverbindungen und für die Herstellung von Düngemitteln verwendet.[306] Allerdings kann Ammoniak auch für die chemische Speicherung von Wasserstoff dienen und als Wasserstofftransportmedium genutzt werden. Die Umwandlung zu flüssigem Ammoniak erfolgt im Rahmen der katalytischen Ammoniaksynthese, einer Reaktion von Wasserstoff und Stickstoff, welche der herkömmlichen Herstellung von Ammoniak mit dem Haber-Bosch-Verfahren sehr ähnlich ist. Der erforderliche Stickstoff wird dabei aus der Luft über eine Luftzerlegungsanlage gewonnen.[307] Nach dem Transport wird das Ammoniak wieder in seine Bestandteile aufgespalten und der Wasserstoff kann am Zielort genutzt werden. Die Rückumwandlung von Ammoniak zu Wasserstoff geschieht durch das Ammoniakcracken, welches die Herstellung eines wasserstoff- und stickstoffhaltigen Gasgemisches aus Ammoniak beschreibt. Ein H2-Hub in einem SPaCiH muss demnach sowohl Umwandlungsanlagen als auch (Re-)Umwandlungsanlagen für Ammoniak und Wasserstoff besitzen.

In jüngster Vergangenheit haben flüssige organische Trägerstoffe, sogenannte Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHC), hinsichtlich des Wasserstofftransportes an hoher Aufmerksamkeit gewonnen. Der Wasserstoff wird dabei in einer katalytischen chemischen Reaktion an ungesättigte Kohlenstoffringe gebunden. Die chemische Bindung erfolgt am Ort der Wasserstoffproduktion durch Hydrierung. Daraufhin kann der gebundene Wasserstoff, ähnlich wie andere Kraftstoffe, in bereits bestehender Infrastruktur transportiert werden. Am Zielort wird der Wasserstoff unter Energieaufwand durch Dehydrierung wieder freigesetzt. Der organische Trägerstoff (LOHC) wird selbst nicht verbraucht, sondern lediglich be- und entladen und kann somit wiederverwendet werden. Zur Umsetzung dieses Transportkonzeptes sind somit Hydrierung und Dehydrierungsanlagen notwendig.[308]

Eine attraktive und erfolgsversprechende Form der klimaneutralen Wasserstoffumwandlung ist die Weiterverarbeitung zu Methanol. Hierbei erfolgt in speziellen Methanol-Synthese Anlagen eine Synthese zwischen Wasserstoff und CO_2, welches aus der Umwelt, Biogasanlagen oder speziell aus umliegenden Industriebetrieben bezogen werden kann.[309] Wie bei den bereits genannten Trägermedien, reduziert die Umwandlung zu Methanol den logistischen Aufwand während des Transportes und der Lagerung von Wasserstoff. Nach dem Transport kann das Methanol wieder durch Zugabe von Wasserdampf in seine Bestandteile Wasserstoff und CO_2 getrennt werden.[310] Da das CO_2, welches bei der Rückumwandlung freigesetzt wird, zuvor aus der Umwelt entzogen wurde, kann bei diesem Prozess auch von einem klimaneutralen Energieträger gesprochen werden.[311] Somit können Methanol-Synthese-Anlagen als auch Methanol-Reformer wichtige Bausteine der Umwandlungsfunktion eines H2-Hubs sein.

Eine weitere Möglichkeit Wasserstoff als Energieträger zu nutzen und zu verarbeiten ist die direkte Umwandlung zu Strom oder Wärme. Für die Verstromung von Wasserstoff kommen Brennstoffzellen zum Einsatz, welche das Funktionsprinzip von Elektrolyseanlagen umkehren. Brennstoffzellen kommen

[306] Vgl. (Weichenhain, 2021, S. 9).
[307] Vgl. (Weichenhain, 2021, S. 9).
[308] Vgl. (Kaltschmitt & Streicher, 2020, S. 1144).
[309] Vgl. (Sterner, 2017, S. 392).
[310] Vgl. (Kiesewalter, 2022).
[311] Vgl. (Lücke, 2022).

in unterschiedlichen Größenkategorien sowie für stationäre (Industrie, Verkehr etc.) als auch für mobile Zwecke (Antrieb für Fahrzeuge, Schienenfahrzeuge, Schiffe und Luftfahrzeuge) zum Einsatz.[312] Der Vorteil des Prozesses der Rückverstromung liegt darin, dass Wasserstoff als zwischenzeitlicher Energiespeicherträger für regenerativ erzeugten Strom eingesetzt wird. In schwachen Wind- und Sonnenscheinzeiten kann der Speicherträger Wasserstoff wieder durch die Brennstoffzelle zurück zu Strom und Wärme umgewandelt werden. Im Vergleich zum herkömmlichen Batteriespeicher liegt der Vorteile der Wasserstoff-Brennzelle darin, dass die Speichertechnologie eine höhere Energiedichte und Speichermenge aufweist.[313] Neben Brennstoffzellen können zudem spezielle Wasserstoff-Blockheizkraftwerke zum Einsatz kommen, die mittels Kraft-Wärme-Kopplung Wasserstoff als Brennstoff einsetzen, um daraus Strom und Wärme zu generieren. Die Technologie von Wasserstoff-Blockheizkraftwerken ist noch nicht vollständig ausgereift, könnte jedoch eine erfolgsversprechende Ergänzung zu Brennstoffzellen darstellen, insbesondere da eine effizientere Wärmebereitstellung aus der Technologie erhofft wird.[314]

Umschlag und Verteilung von Wasserstoff

Ein H2-Hub in einem SPaCiH hat als eine der wichtigsten Kernfunktionalitäten zudem den Umschlag und die Verteilung des Wasserstoffes zur Aufgabe. Es dient damit als Drehscheibe für Wasserstoff, welcher in unterschiedlichen Ausprägungs- und Umwandlungsformen an die Region verteilt wird. Eine wichtige Ausprägungsform ist Wasserstoff als Treibstoff zu verwenden. Dazu gehört der Infrastrukturaufbau und der Betrieb einer Wasserstofftankstelle, welche in erster Line die Betankung von Straßenfahrzeugen, Schienenfahrzeuge, und Schiffen ermöglichen soll. Wasserstoff als Treibstoff ermöglicht neben dem Elektromotor eine weitere Form der CO_2-neutralen Mobilität im Güter- und Personenverkehr. In seiner idealen Ausprägung ist der SPaCiH trimodal erschlossen und verfügt über eine lokale Wasserstoffproduktion, was die Integration von Wasserstofftankstellen begünstigt. Eine weitere Möglichkeit Wasserstoff innerhalb des SPaCiHs zu verteilen, ist die Versorgung der Anrainer mit Wasserstoff, welche diesen als Rohstoff in industriellen Verarbeitungsprozessen verwenden. Beispielhafte Industrieausprägungen sind hierbei die Chemieindustrie zur Ammoniakherstellung sowie die Stahlindustrie bei der Herstellung von grünem Stahl. Soll Wasserstoff aus dem SPaCiH heraus als Energieträger befördert werden, so benötigt der H2-Hub entspreche infrastrukturelle Einrichtungen. Dazu gehört u.a. ein H2-Terminal, welches den Umschlag von Wasserstoff auf die verschiedenen Verkehrsträger ermöglicht. Hierbei wird i.d.R. auf die bestehende Umschlags-Infrastruktur des Hafens zurückgegriffen, um Wasserstoff in seiner umgewandelten Form mit Lkw, Zug oder Schiff zu transportieren. Als Transportträger werden entsprechende Wasserstoffbehälter- oder Tanks eingesetzt. Die Besonderheit beim Wasserstoff besteht darüber hinaus darin, dass sich dieser in verdichteter und gasförmiger Form mittels einer Pipeline transportieren lässt. Hierzu müssen entweder neue Wasserstoff-Pipelines errichtet oder bestehende Erdgaspipelines entsprechend umgebaut werden. In beiden Fällen ist ein Pipelineanschluss an den H2-Hub des SPaCiHs erforderlich. Wurde der Wasserstoff zuvor im H2-Hub in Strom oder Fernwärme umgewandelt, so kann dieser über die bestehende Strom- und Wärmeinfrastruktur aus dem Park abgeführt werden.

Speicherung von Wasserstoff

Bei grün erzeugtem Wasserstoff, welcher nicht direkt verwertet werden kann, ist eine kurz- und langfristige Zwischenspeicherung erforderlich. Ein H2-Hub sollte daher die Funktionalität der Speicherung bzw. der Lagerfähigkeit von Wasserstoff besitzen und entsprechende Infrastrukturen

[312] Vgl. (Schmidt, 2022, S. 457).
[313] Vgl. (SFC Energy, o.J.).
[314] Vgl. (Fl(ex)perten- Netzwerk Flexibilisierung, 2019).

hierzu bereitstellen. Da im Vergleich zum Erdgas die Energiedichte geringer ausfällt und hierzu größeres Speichervolumen benötigt wird, muss der Wasserstoff im Rahmen der Umwandlung zunächst verarbeitet werden. Hierbei kann auf die verschiedenen Umwandlungsformen aus dem bisherigen Abschnitt zurückgegriffen werden. Im Falle einer kurzfristigen Speicherung von kleinen Wasserstoffmengen können Drucktankbehälter sowie Flüssiggastanks eingesetzt werden. Die Tanks und Behälter dienen dabei als Zwischenspeichermöglichkeit für den Wasserstoff und können zudem als Transportträger eingesetzt werden. Sollten allerdings große Mengen Wasserstoff längerfristiger gespeichert werden, so kann auf das Speicherverfahren in Salzkavernen zurückgegriffen werden. Allerdings liegen in unmittelbarer Nähe zu den potenziellen SPaCiH Standorten keine Salzkavernen vor, sodass ein Transport und ggf. Rücktransport des Wasserstoffes hier zusätzlich erforderlich wären.

Managementservices und Forschung und Entwicklung

Service-Ebene	Funktionsbausteine	Ausprägung	Komponenten
Management	H2-Business (Ecosystem) Development	H2-Hub Netzwerkgestaltung	
		H2-Hub Standortgestaltung	
	Innovation und Forschung	Technologieforschung	Forschungsinstitut, -zentrum
Wertschöpfung	Herstellung von Wasserstoff	Grüner H2	Konversionspark/ Elektrolyseanlagen
			Photobiologische Anlagen zur H2-Produktion
		Blauer H2	Anlagen der Dampfreformierung (in Kombination mit CCS)
		Türkiser H2	Methan-Pyrolyse-Anlagen
	Umwandlung von Wasserstoff	Wasserstoff-Kompression (GH2)	Wasserstoffverdichter
		Wasserstoff-Verflüssigung (LH2)	Verflüssigungsanlage
		Wasserstoff zu Ammoniak (NH3)	Katalysator (Ammoniaksyntheseanlagen); Ammoniak-Cracker-Anlagen
		Wasserstoff zu LOHC	Katalysator (Hydrierung und Dehydrierung)
		Wasserstoff zu Methanol (CH4O)	Methanol-Synthese-Anlagen; Methanol-Reformer-Anlagen
		Wasserstoff zu Strom und Wärme	Brennstoffzellen; Wasserstoff-Blockheizkraftwerke
Logistik	Speicherung von Wasserstoff	Druckgas	Drucktank (kleine Speichermenge)
			Kavernenspeicher (große Speichermenge)
		Flüssiggas	Kryotanks
	Übertragung und Distribution von Wasserstoff	Als Treibstoff	H2-Tankstelle für Straße, Schiene, Wasser
		Als Energieträger	Trimodaler H2-Terminal zum Import- und Export und Umverteilung in Regionen
			Pipelines
		Als Rohstoff	Industrie (ins. Chemieindustrie)
Energieversorgung	Generierung und Bezug von regenerativem Strom	Windenergie	Windkraftanlagen
		Sonnenenergie	Photovoltaikanlagen
		Weitere	Geothermieanlagen, Biomassekraftwerke etc.

Tabelle 2-16: H2-Hub innerhalb der SPaCiH-Service-Ebenen

Der Betrieb eines H2-Hubs im SPaCiH erfordert eine übergeordnete Lenkungsinstanz, welche die Strukturen, Prozesse und Ressourcen des Hubs steuert. Das Management des Wasserstoff Ökosystems sollte daher durch eine H2-Bussines-(Ecosystem)-Development-Instanz übernommen werden. Zu den zentralen Aufgaben dieser Instanz gehört die Umsetzung der nationalen und regionalen Wasserstoff-Strategie und der Ausbau von Wertschöpfungsaktivitäten mit Wasserstoff innerhalb eines SPaCiHs. Die

Management-Instanz kann dabei analog zum übergeordneten SPaCiH-Management in Netzwerk- und Standortebenen organisiert werden (Kapitel 2.4.5). Das bedeutet, dass in der H2-Netzwerkkonfiguration konkret die Standorte und die Funktionsausprägungen eines H2-Hubs definiert werden, während das H2-Standortmanagement die Umsetzung, den erfolgreichen Betrieb und die zukünftige Ausrichtung des jeweiligen H2-Hubs betreut. Neben einer Managementfunktion sollte darüber hinaus im H2-Hub Innovation und Forschung vorangetrieben werden. Dies kann durch die Ansiedlung von Forschungsinstitutionen und Start-ups aus der Wasserstoffwirtschaft gefördert werden.

2.8.3.4 Referenzprojekte

Die Nutzung von Wasserstoff gilt als Schlüsseltechnologie im künftigen Energiesystem, daher werden europaweit Projekte zum Ausbau der notwendigen Infrastrukturen vorangetrieben. Erste Projekte und Konzeptansätze speziell für H2-Hubs werden derzeit im Wasserstoff-Hub Rotterdam sowie im Wasserstoffverbund Hamburg behandelt.

Der Hafen Rotterdam verfolgt das Ziel, sich künftig zu einem Wasserstoff-Hub zu entwickeln, um damit die Nachfrage nach Wasserstoff für Niederlande als auch für die Nachbarländer, insbesondere Deutschland, zu decken. Für NRW ist der Hafen derzeit das wichtigste Gateway im internationalen Güterverkehr, besonders in der Binnenschifffahrt. In Zukunft soll der Wasserstoff-Hub im Hafen als europäisches Verteilzentrum für Wasserstoff dienen und damit den deutschen Import- und Export von Wasserstoff erleichtern.[315] Das Konzept des Wasserstoff-Hubs gliedert sich dabei in fünf Bereiche.[316]

- Infrastruktur: Das Rückgrat der Wasserstoffwirtschaft im Hafen Rotterdam soll eine H2-Pipeline bilden, die Produktion, Import und Export von Wasserstoff miteinander verbindet.
- Konversionspark: In Konversionsparks wird grüner Wasserstoff mithilfe von Elektrolyseuren industriell produziert. Die hierfür benötigte Energie wird zum einen aus Offshore-Windparks, aber auch von den im Hafengelände installierten Windturbinen erzeugt. Schon 2023 soll mit Unterstützung von Nouryon, BP und H2-Fifty der erste Konversionspark auf dem Hafengelände in Betrieb genommen werden.
- Blauer Wasserstoff: Unter dem Projekttitel H-Vision arbeiten 16 Unternehmen vor allem aus dem Industriegebiet des Hafens Rotterdam zusammen, um die großtechnische Produktion und Anwendung von blauem Wasserstoff zu untersuchen. Das im Rahmen der blauen Wasserstoffproduktion entstehende CO_2 kann dann in stillgelegten Gasfeldern abgespeichert oder als chemischer Baustein wiederverwendet werden.
- Importterminal: An Importterminals soll in Zukunft Wasserstoff in großen Mengen aus der ganzen Welt importiert werden. Die Planung sagt voraus, dass bereits 2030 ein funktionierendes Terminal im Hafen Rotterdam gebaut sein soll.
- Export: Unter diesem Punkt wird der gesamte Export von Wasserstoff in das Hinterland zusammengefasst. Hierbei sollen sowohl Treibhäuser als auch Wohnhäuser, Büros etc. mit Wasserstoff zum Heizen versorgt werden. Mit dem Projekt RH2INE soll darüber hinaus ein emissionsfreier Transportkorridor von Rotterdam/ Amsterdam bis Genua aufgebaut werden. Hierzu arbeiten insgesamt 17 Akteure zusammen, um die richtigen Bedingungen und die Infrastruktur für den Einsatz von Wasserstoff im Binnenverkehr zu erarbeiten. Die Akteure entstammen sowohl der Binnenschifffahrt als auch dem Güterverkehr auf Schiene und Straße. Zusätzlich ist unter dem Projekt Delta Corridor der Bau von vier Pipelines geplant, die Wasserstoff, CO_2 und weitere Gase vom Hafen Rotterdam nach Nordrheinwestfalen und in den Chemiepark Chemelot transportieren sollen.

[315] Vgl. (Port of Rotterdam, 2022).

[316] Vgl. (Port of Rotterdam, 2021a), (Port of Rotterdam, 2021b), (Port of Rotterdam, 2021c), (Port of Rotterdam, 2021d) und (RH2INE, 2021).

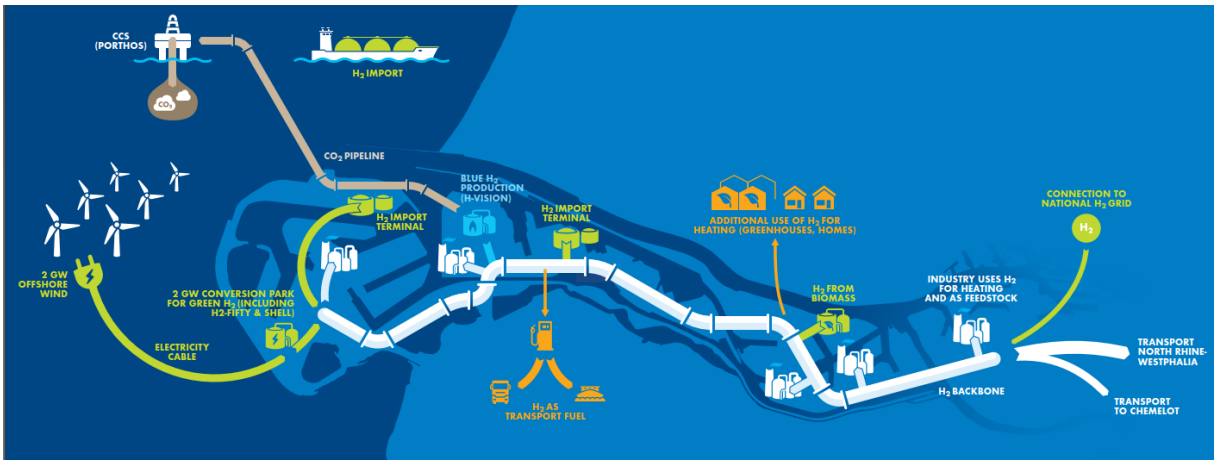


Abbildung 2-50: Wasserstoffhub Rotterdam[317]

Factsheet: Wasserstoff-Hub Rotterdam

Standort: Rotterdam
Gründung: 2020
Branche: Energiewirtschaft; TUL-Branche; Chemieindustrie; Stahlindustrie
Größe: 200 MW-Elektrolyse-Anlage
Konzept: Aufbau eines internationalen Knotenpunktes für Produktion, Import, Anwendung und Transit von Wasserstoff in andere Länder Nordwesteuropas.

Auch in Deutschland werden derzeit Projekte zur Etablierung eines H2-Hubs vorangetrieben. Beispielsweise am SPaCiH-Pilotstandort DeltaPort-Häfen (siehe Kapitel 5.3.6.1.6). Im Wasserstoffverbund Hamburg kooperieren die Unternehmen Airbus, ArcelorMittal, Gasnetz Hamburg, GreenPlug, Hamburger Hafen und Logistik AG, Hamburg Port Authority, HADAG Seetouristik und Fährdienst sowie die Stadtreinigung mit dem Hamburg Green Hydrogen Hub (bestehend aus Shell, Vattenfall, Mitsubishi Heavy Industries und Wärme Hamburg). Das Leitziel des Verbundes ist der weitgehende Ersatz fossiler Brennstoffe in der Industrie sowie in Transport und Logistik.[318] Der Grundstein für das Projekt soll der Umbau eines stillgelegten Kohlekraftwerks in Hamburg-Moorburg sein, welches in eine 100 Megawatt-Elektrolyseanlage zur Erzeugung von grünem Wasserstoff umgebaut werden soll. Der von Hydrogen Hub produzierte grüne Wasserstoff soll dann fossile Brennstoffe in der industriellen Produktion sowie im Transport- und Logistiksektor ersetzen. Die Partner des Verbundes sowie dessen Beiträge in der Wasserstoff-Wertschöpfungskette werden im Folgenden aufgelistet.[319]

- **Airbus:** Entwicklung von H2-Flugzeugen und Aufbau einer Infrastruktur zur Betankung von H2-Flugzeugen.
- **ArcelorMittal:** Produktion von „grünem“ Stahl mit Wasserstoff.
- **Gasnetz Hamburg:** Aufbau einer H2-Pipeline.
- **GreenPlug:** Entwicklung H2-Schubboots.
- **Hamburger Hafen Logistik AG:** Inbetriebnahme diverser Schwerlastgerätetypen mit Brennstoffzellenantrieb.

317 (Port of Rotterdam, o.J.).
318 Vgl. (Hamburg News, 2021).
319 Vgl. (Gasnetz Hamburg, 2021).

- **Hamburg Port Authority:** Bereitstellung von Wasserstofftankstellen für Lokomotiven, Schiffe und Lkws sowie Bau und Einsatz innovativer wasserstoffbetriebener Schiffe.
- **HADAG Seetouristik und Fährdienst AG:** Umbau von drei neuen Schiffen von Diesel-Hybrid auf Wasserstoff-Hybrid sowie der Neubau von zwei weiteren Schiffen (direkt als Wasserstoff-Hybrid) erfolgen.
- **Stadtreinigung Hamburg:** Thermische Verwertung von nichtstofflich nutzbaren Reststoffen und Nutzung des erzeugten Stroms zur grünen Wasserstofferzeugung.
- **Shell, Vattenfall, Mitsubishi Heavy Industries, Wärme Hamburg:** Am Kraftwerksstandort Hamburg-Moorburg grünen Wasserstoff aus Wind- und Solarenergie erzeugen.

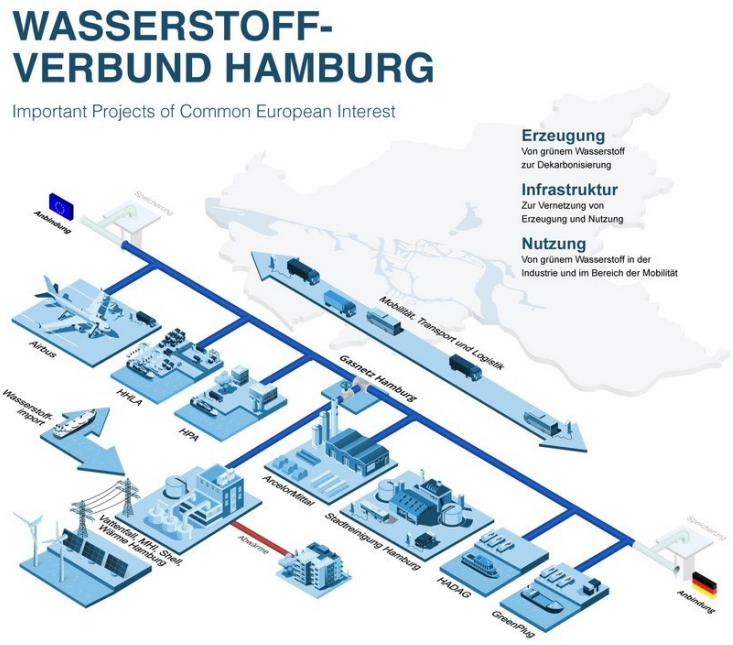


Abbildung 2-51: Wasserstoffverbund Hamburg[320]

Factsheet: Wasserstoffverbund Hamburg

Standort: Hamburg
Gründung: 2021
Branche: Energiewirtschaft; TUL-Branche; Chemieindustrie; Stahlindustrie; Flugzeugbranche
Größe: 100 MW-Elektrolyseanlage zur Erzeugung von grünem Wasserstoff
Konzept: Norddeutsche Zusammenarbeit beim Aufbau einer grünen Wasserstoffwirtschaft, in der die Erzeugung, Speicherung und Versorgung der Region und ansässigen Unternehmen mit Wasserstoff erfolgt. Ziel ist die Dekarbonisierung der Industrie zum Erreichen der Klimaschutzziele.

2.8.4 Additive Fertigung

Mit dem Use-Case Additive Fertigung soll das Prinzip der Dematerialisierung genutzt werden.[321] Vereinfacht dargestellt kann dies dadurch erreicht werden, dass der Kunde das gewünschte Produkt nicht mehr physisch erhält, sondern nur noch das digitale 3D-Modell, das er zum „Ausdrucken“ auf seinem eigenen „3D-Drucker“ benötigt. Ein Güterfluss wird, abgesehen von dem erforderlichen

[320] (Hamburg News, 2021).
[321] Vgl. (Beckmann & Ries, 2020).

Rohmaterial, durch einen Informationsfluss ersetzt. Dieses Prinzip ist nicht in jedem Anwendungsfall vollständig umsetzbar, was insbesondere technische, organisatorische und wirtschaftliche Gründe hat, wie im Folgenden erläutert wird. Im SPaCiH-Konzept ist daher ein lokaler 3D-Druck-Hub vorgesehen, der als eigenes SPaCiH, als Subsystem innerhalb eines SPaCiHs oder in seiner Gesamtfunktion über verteilte Instanzen im SPaCiH-Netzwerk realisiert werden kann.

2.8.4.1 Definition und technische Ausprägungen

Fertigungsverfahren werden klassischerweise in formative, subtraktive und additive Verfahren gegliedert. Bei der additiven Fertigung wird ein dreidimensionales Objekt gefertigt, indem das Material schichtweise aufgetragen wird, wohingegen bei der formativen bzw. subtraktiven Fertigung die gewünschte Form durch Veränderung bzw. Abtragung des Ausgangsmaterials erzeugt wird.[322] Es existiert eine Vielfalt verschiedener additiver Fertigungsverfahren, die sich im verwendeten Ausgangsmaterial und in der Prozessgestaltung unterscheiden. Oftmals wird auch der Begriff 3D-Druck synonym für die additive Fertigung verwendet. Allerdings bezeichnet der Begriff lediglich ein spezielles Verfahren, das auch Pulver-Binder-Verfahren genannt wird. Hierbei wird ein flüssiges Bindemittel in ein Pulverbett gespritzt, wodurch die einzelnen Schichten eines Modells selektiv gebunden oder verfestigt werden.[323] Durch das flüssige Bindemittel verklebt das Material an den gewünschten Stellen. Neben dem Verkleben, das ein pulverbasiertes Verfahren ist, gibt es diverse weitere Verfahren. Weit verbreitet ist insbesondere das Verfahren der Schmelzschichtung, bei dem der Druckkopf dünne Schichten aus geschmolzenem Material schichtweise aufträgt.[324] In der Regel werden hierfür geschmolzene Kunststoffe als Material genutzt. Abgesehen von Kunststoffen können mittlerweile mithilfe der verschiedenen Verfahren auch Keramik, Beton und Metalle als Material für die additive Fertigung eingesetzt werden.

Unabhängig vom verwendeten Material, ist zur Umsetzung additiver Fertigungsverfahren ein digitales 3D-Modell (CAD-Datei) des zu druckenden Produktes bzw. Bauteils erforderlich.[325] Diese Datei muss aus den Daten des Kundenauftrags generiert werden. Dazu kann z.B. eine CAD-Software verwendet werden. Alternativ kann das digitale Modell durch Lasermessung oder optisches Scannen des physischen Objektes rekonstruiert werden. Vor dem eigentlichen Druck muss die Maschine eingerichtet werden. Dazu gehört die Einstellung bestimmter Parameter wie Temperatur oder Druckgeschwindigkeit. Außerdem muss das Material in die Maschine eingefüllt werden. Beim pulverbasierten 3D-Druck sind darüber hinaus Tätigkeiten wie das Entleeren, die Aufbereitung und die Reinheitsprüfung des Pulvers erforderlich. Im Bauprozess wird das Bauteil physisch hergestellt, indem Materialschichten in x- und y-Richtung aufgetragen und ausgehärtet werden. Um unterschiedliche Höhen zu drucken, verfügen die meisten Maschinen über einen beweglichen Baugrund oder einen beweglichen Extruderkopf. Nachdem das Bauteil hergestellt wurde, muss es durch Lösen von der Bauteilplattform entnommen werden. Anschließend wird die Plattform gewechselt. Nach der Entnahme des Bauteils ist in der Regel eine Nachbearbeitung erforderlich. Dies kann z.B. eine Wärmebehandlung oder das Entfernen von überschüssigem Material sein. Ist das Bauteil vollständig bearbeitet und geprüft, kann es freigegeben werden. Sofern der Kunde das Produkt bzw. die Komponente nicht selbst gedruckt hat, muss es abschließend verpackt und zum Kunden transportiert werden. Wenn das Produkt trotz Nachbearbeitung nicht die vereinbarte Qualität aufweist, muss es erneut gedruckt werden. In diesem Fall müssen die Parameter beim Einrichten der Maschine geändert werden. Ggf. muss sogar das Modell

[322] Vgl. (Winkelmann, Flath, & Thiesse, 2021, S. 83).
[323] Vgl. (Winkelmann, Flath, & Thiesse, 2021, S. 90).
[324] Vgl. (Feldmann, Schulz, & Fernströning, 2019, S. 8).
[325] Vgl. (Feldmann, Schulz, & Fernströning, 2019, S. 13 ff.).

und damit die CAD-Datei angepasst werden. Die Prozesskette des pulverbasierten 3D-Drucks ist in Abbildung 2-52 dargestellt.

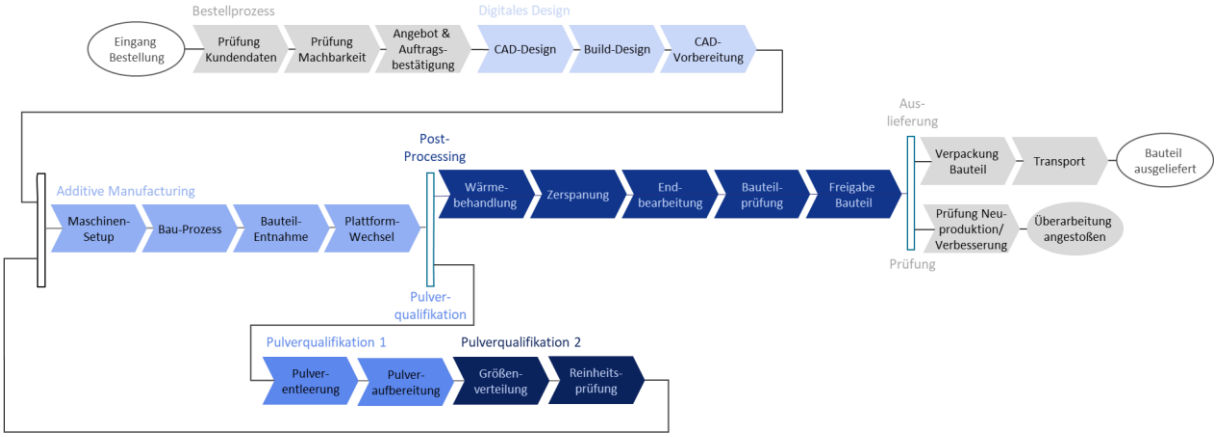


Abbildung 2-52: Prozesskette des 3D-Drucks[326]

2.8.4.2 Akteure und Services im Ecosystem

Die Umsetzung der Prozesskette des 3D-Drucks erfordert ein funktionierendes Ecosystem.[327] Dieses umfasst alle Akteure, die für die Erbringung der notwendigen Services innerhalb der Prozesskette verantwortlich sind. Nach Feldmann et al. (2019) kann ein 3D-Druck-Ecosystem bis zu 14 Akteure umfassen. Als 15. Akteur wird im SPaCiH der Energieversorger hinzugefügt. Häfen/ Flughäfen werden als mögliche Akteure genannt, die als Hub in einem Distributionsnetzwerk fungieren können. Diese Funktion wird auch durch das SPaCiH bzw. das SPaCiH-Netzwerk übernommen. Die Akteure und die von ihnen erbrachten Services sind gegliedert nach den Service-Ebenen in Tabelle 2-17 beschrieben. Sie können Anrainer eines oder mehrerer SPaCiHs sein. Das 3D-Druck-Ecosystem wäre somit Teil des SPaCiH-Business-Ecosystems. Das SPaCiH und ggf. die SPaCiH-Netzwerkorganisation kämen dann als Akteure hinzu, die das Ecoystem orchestrieren und koordinieren. Entsprechend wurden auf der Managementebene für den Use-Case wesentliche SPaCiH-Services ergänzt. Bei einer konkreten Ausgestaltung des Use-Cases könnten weitere Services aus dem in Kapitel 2.4.6 und 2.4.7 beschriebenen Servicekatalog ergänzt werden.

Service-Ebene	Akteur	Services
Management	SPaCiH- und/ oder SPaCiH-Netzwerkorganisation	Orchestrierung und Koordination des Innovation- und Business Ecosystems
Wertschöpfung	3D-Design-Agentur	Dienstleister, die auf die Erstellung digitaler 3D-Modelle spezialisiert sind. Dabei kann es sich sowohl um Agenturen als auch um Freelancer handeln.
	3D-Druck-Dienstleister	Dienstleister, die B2B- und B2C-Kunden ihre Druckmaschinen oder ihr Know-how gegen Entgelt zur Verfügung stellen. Dienstleistungen umfassen unter anderem die Modellierung und Aufbereitung digitaler 3D-Modelle, Druck, Lieferung von Hardware, Software und Druckmaterialien, Entwicklungs- und Anwendungsberatung sowie Zertifizierungen.
	Copy-Shop	Copy-Shops, die ihr Portfolio an zweidimensionalen Druckerzeugnissen um den 3D-Druck erweitern.
	Digitale Plattform	Digitale Plattformen ermöglichen den Austausch von Daten wie etwa digitalen 3D-Modellen oder Druckaufträgen zwischen zwei oder mehreren Gruppen. In der Regel wird eine Vielzahl von Anbietern mit einer Vielzahl von Nachfragern zusammengebracht, beispielsweise bei Marktplätzen für Lizenzrechte an digitalen 3D-Modellen.

[326] Eigene Darstellung in Anlehnung an (TCW Transfer-Centrum für Produktions-Logistik und Technologie-Management GmbH & Co. KG, 2023).

[327] Vgl. (Feldmann, Schulz, & Fernströning, 2019, S. 39).

Service-Ebene	Akteur	Services
	Forschungseinrichtung	Hochschulen und andere Forschungseinrichtungen, die in Laboren die Möglichkeiten und Grenzen des 3D-Drucks erforschen.
	Händler von 3D-Druckern/ Materialien	Unternehmen, die beispielsweise digitale 3D-Designs, Hardware, Software, Druckerzeugnisse oder Materialien für den 3D-Druck an- und verkaufen.
	Händler von Endprodukten	Unternehmen, die Waren kaufen, zu einem Sortiment zusammenführen und ohne Bearbeitung weiterverkaufen. Dabei handelt es sich beispielsweise um Großhändler oder Einzelhändler (stationär oder online). Diese fungieren in einigen Branchen auch als Servicepartner für Hersteller, zum Beispiel Automotive und Landtechnik.
	Maker	Privatpersonen, die vor allem in ihrer Freizeit digitale 3D-Modelle entwickeln, teilen und verkaufen. Es handelt sich um eine Community, die viele Innovationen in der digitalen Wertschöpfungskette hervorbringt. Einige Maker besitzen ebenso eigene 3D-Drucker.
	Produzent von 3D-Druckern/ Materialien	Hersteller von 3D-Druckern oder Materialien für den Druckprozess. Bei den Materialien kann es sich um Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe handeln.
	Produzent von Endprodukten	Unternehmen, die unter Einsatz von 3D-Druckmaschinen Sachgüter erzeugen und veräußern.
Logistik	Hafen/ Flughafen/ SPaCiH/ SPaCiH-Netzwerk	Knotenpunkte (engl. Hubs) wie beispielsweise See- oder Flughäfen in Distributionsnetzwerken, an denen ein hohes Volumen an transportierten Waren umgeschlagen wird. Diese Drehkreuze sind in vielen Fällen geografisch näher am Endkunden als der Hersteller selbst.
	Logistikdienstleister	Unternehmen, die sich primär auf logistische und fertigungsnahe Dienstleistungen konzentrieren und diese für Dritte erbringen. Im 3D-Druck-Kontext handelt es sich dabei vor allem um Transportleistungen.
Support	Softwareanbieter	Unternehmen, die sich auf die Programmierung und den Vertrieb von 3D-Design-Software sowie Software für 3D-Druckprozesse spezialisiert haben.
	Werkstatt	Unternehmen mit Fokus auf Dienstleistungen in den Bereichen Reparatur und Instandhaltung von Produktionsgütern. Dafür wird eine Vielzahl von Ersatzteilen verwendet.
	Energieversorger	Bereitstellung der erforderlichen Energie

Tabelle 2-17: Akteure des 3D-Druck-Ecosystems[328]

2.8.4.3 Einbindung ins SPaCiH-Konzept

Um die additive Fertigung ins SPaCiH-Konzept zu integrieren, könnte in einem SPaCiH ein lokaler 3D-Druck-Hub bzw. ein lokales 3D-Druck-Zentrum errichtet werden. Dieser Hub könnte dann insbesondere die Anrainer des SPaCiHs, der anderen SPaCiH´s im Netzwerk und über die SPaCiH´s zu beliefernden Kunden mit Produkten, Bau- und Ersatzteilen versorgen. Dabei ist es irrelevant, welcher Branche die ansässigen Unternehmen angehören, da sich der 3D-Druck für nahezu alle Branchen eignet. Die Luftfahrt-, Automobil-, Bekleidungs-, Ersatzteil-, Möbel- und Lebensmittelindustrie sind nur einige Beispielbranchen, in denen der 3D-Druck angewendet werden kann.[329] Durch die stetige Weiterentwicklung der Technologie sind heutzutage vielfältige Einsatzmöglichkeiten vorstellbar. Insbesondere neue Verfahren, die das Drucken mit neuen Materialien ermöglichen, offenbaren unbekannte Potenziale. Der 3D-Druck eignet sich vor allem für Produktportfolios mit einer hohen Variantenvielfalt und einer geringen Stückzahl je Variante. Zudem weisen geeignete Produkte meistens einen hohen monetären Wert und ein komplexes Design auf.[330] Diese Entwicklungen könnten Gegenstand der im SPaCiH Konzept angelegten Innovation Ecosystems sein (Kapitel 2.3.7).

Aus dem Living Lab „3D-Druck für eine dezentrale, agile Produktion“ (vgl. Kapitel 8.1.9) ergab sich, dass ein integrierter 3D-Druck-Hub für die Unternehmen eines SPaCiHs speziell im Hinblick auf die Versorgung mit Ersatzteilen für abgenutzte Komponenten von großer Bedeutung sein kann. Sollten

[328] Modifiziert und erweitert nach (Feldmann, Schulz, & Fernströning, 2019, S. 42f.).
[329] Vgl. (Feldmann, Schulz, & Fernströning, 2019, S. 11).
[330] Vgl. (Feldmann, Schulz, & Fernströning, 2019, S. 11).

gewisse Komponenten, die nicht mehr lieferbar sind, erneuert werden müssen, könnten sie einfach per 3D-Druck generiert werden. Außerdem offenbarte das Living Lab, dass neben der Versorgung der Anrainer eines SPaCiHs ebenfalls Endkunden in Hubnähe mit individualisierten Produkten beliefert werden könnten. Hierbei wäre es möglich, dass Produkte aus der Massenfertigung ins SPaCiH transportiert und dort je nach Kundenwunsch mittels 3D-Druck individualisiert werden. Des Weiteren ist es denkbar, dass die Endkunden die vorhandenen 3D-Drucker im SPaCiH als Dienstleistung selbst nutzen, um eigene Produkte zu fertigen. Hierzu wäre allerdings eine vorherige Einweisung in die Nutzung der Maschinen erforderlich.

Ein Beispiel für ein 3D-Druck-Zentrum, wie es auch in einem SPaCiH denkbar wäre, ist das im Jahr 2016 eröffnete Rotterdam Additive Manufacturing LAB (RAMLAB) im Rotterdamer Hafen. Dort können große Metallteile in kurzer Zeit gedruckt werden. Das Labor dient hauptsächlich der Produktion von Ersatzteilen für die Schifffahrt. Beispielsweise wurde dort die erste 3D-gedruckte Schiffsschraube mithilfe der lichtbogenbasierten additiven Fertigung erfolgreich gefertigt.[331] Die Schiffsschraube hatte 298 Schichten und ein Gesamtgewicht von 400 Kilogramm sowie einen Durchmesser von 1,35 m.[332]

Factsheets: Additive Manufacturing LAB (RAMLAB)

Standort: Rotterdam, Niederlande
Gründung: 2016
Branche: Schiffbauindustrie
Größe: *keine Angaben vorhanden*
Konzept: Innovatives „Manufacturing Labor“, in welchem der 3D-Druck von Schiffsschrauben mit speziellen Schweißrobotern erfolgt. Der 3D-Druck basiert auf dem Prinzip des Lichtbogenschweißens und kombiniert Verfahren, wie CNC-Fräsen und Schleifmethoden.

Ein weiteres Beispiel ist das 2023 von Ford eröffnete 3D-Druck-Zentrum in Köln. Dieses soll die ansässigen Ford-Werke u.a. mit Bauteilen für Vor- und Kleinserienfahrzeuge versorgen. Insbesondere sollen Hilfsmittel und Werkzeuge für die verschiedenen Fertigungsbereiche gedruckt werden. Insgesamt stehen dafür zwölf Hightech-3D-Drucker zur Verfügung, die Bauteile aus Kunststoff und Metall produzieren können. Die Bauteile können wenige Zentimeter bis einige Meter groß sein.[333]

Factsheets: Ford 3D-Druck-Zentrum

Standort: Köln, Deutschland
Gründung: 2023
Branche: Automobilindustrie
Größe: Zwölf 3D-Drucker für Kunststoff und Metall
Konzept: 3D-Druck von Bauteilen für Vor- und Kleinserienfahrzeuge. Auftrag zur Herstellung wird per App initiiert und anschließend im 3D-Druckzentrum digital konstruiert und gedruckt.

Durch die Etablierung lokaler 3D-Druck-Hubs kann SPaCiH einen Beitrag dazu leisten, die klassische Wertschöpfungskette nachhaltig zu verändern. Speziell die Rollen des klassischen Produzenten, Lieferanten und Händlers werden sich durch die Verlagerung der Produktion in die Nähe der Kunden wandeln. Der klassische zentrale Produzent wird eher zum Entwickler, der lediglich digitale

[331] Vgl. (3Dnatives SAS, 2017).
[332] Vgl. (Valk Welding Group, 2023).
[333] Vgl. (Ford-Werke GmbH, 2023).

Produktionsdaten über das Internet an die dezentralen Produktionsstandorte versendet.[334] Die physische Produktion findet dann in den dezentralen 3D-Druck-Hubs statt. Durch die dezentrale Produktion wird die Lieferstrecke zum Endkunden erheblich verkürzt, wodurch die Geschäftsmodelle konventioneller Lieferanten und Händler stark gefährdet werden. Vor allem in dem Fall, in dem die Endkunden die Produkte selbstständig drucken, entfallen die Rollen des Lieferanten und Händlers vollständig. In diesem Fall geht die produktbezogene Wertschöpfungskette in eine informationsbezogene Wertschöpfungskette über.[335]

[334] Vgl. (August Wilhelm Scheer Institut für digitale Produkte und Prozesse gGmbH, 2023).
[335] Vgl. (August Wilhelm Scheer Institut für digitale Produkte und Prozesse gGmbH, 2023).

3 Vorgehensweise bei der SPaCiH-Implementierung

3.1 Strategieplanung

3.1.1 Definition Strategieplanung im SPaCiH-Kontext

Das SPaCiH-Projekt verfolgt eine Nachhaltigkeitsstrategie zur Schaffung von Next-Practice-Plattformen (Stufe 5, Abbildung 3-1). Hier stehen Innovation zur Schaffung neuer Märkte und Industrien zur Forcierung der Nachhaltigkeit im Vordergrund. Auch Unternehmen stehen vor der Herausforderung eine Nachhaltigkeitsstrategie einzuführen, um ökologische und soziale Herausforderungen anzugehen, Risiken zu minimieren und langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben. Das strategische Potenzial von SPaCiH liegt in der Möglichkeit die Unternehmen durch Einbindung in das SPaCiH-Netzwerk auf diesem Weg zu unterstützen. Eine Systematisierung möglicher Ansatzpunkte kann an dem Rahmenwerk zur Umsetzung einer nachhaltigen Geschäftsstrategie von Nidumolu, Prahald und Rangaswami ausgerichtet werden. Mit dem SPaCiH-Konzept können alle Stufen unterstützt werden.

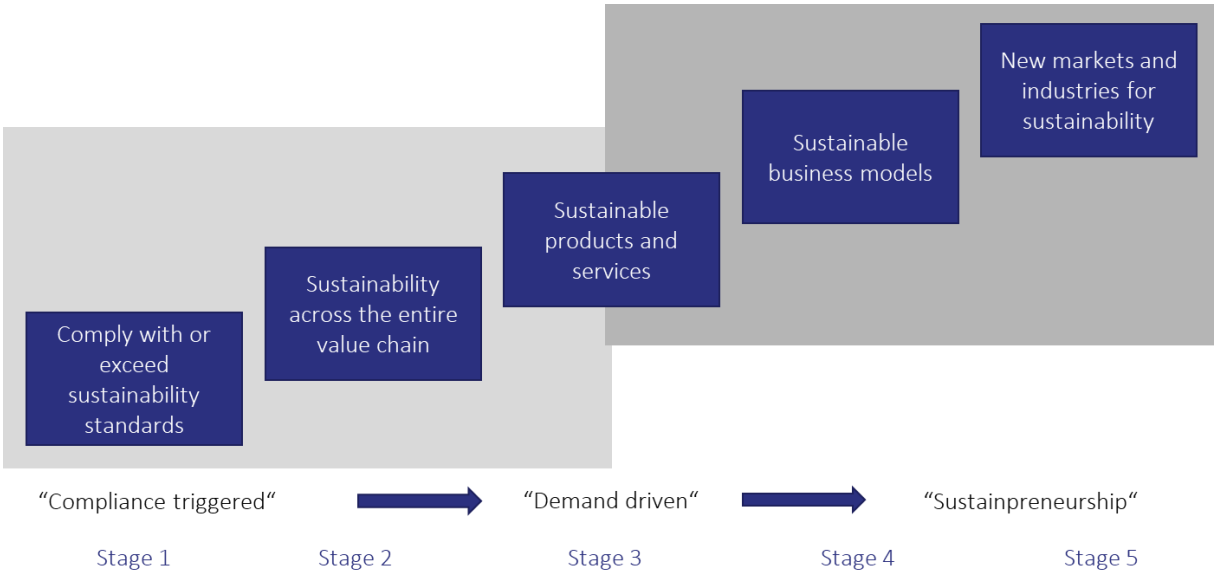


Abbildung 3-1: Stufen der Nachhaltigkeitsstrategie[336]

Zur Umsetzung des SPaCiH-Konzeptes bedarf es einer klaren Strategie mit der die Kernziele des SPaCiH-Projektes (Kapitel 1) erreicht werden sollen. Es wird eine Forcierung im Bereich der nachhaltigen zirkulären Versorgung der Bevölkerung in NRW angestrebt. Dies kann insbesondere dann erreicht werden, wenn alle an der Lieferkette beteiligten Akteure nachhaltig zusammenwirken und eine regionale Ansiedlung der Akteure erfolgt, insbesondere auch neuer Industrien zur Umsetzung der Circular Economy. Das Business Ecosystem ist daher ein zentrales strategisches Element, das die Vernetzung und Koordination der notwendigen Partner, unter dem Dach eines gemeinsamen Wertversprechens gegenüber den zu versorgenden Kunden, unterstützen soll. Die Strategie beinhaltet die Entwicklung eines Aktionsplans zur Erreichung des Zieles. Dieser Plan zeigt die Schritte auf, die unternommen werden müssen, um das Ziel zu erreichen. Dieser sollte auf einer Analyse der verfügbaren Ressourcen und Fähigkeiten basieren (siehe Masterplan Kapitel 3.1.3 und 7.1). Die Strategie sollte flexibel sein, da sie möglicherweise als Reaktion auf Veränderungen im Umfeld oder auf die Bedürfnisse der Organisation angepasst werden muss. Dazu ist es notwendig, die Bemühungen der relevanten Akteure zu koordinieren und bei Bedarf Anpassungen vorzunehmen, um sicherzustellen, dass das Ziel erreicht wird (Kapitel 3.1.3 Umsetzung des initialen SPaCiH Business Ecosystems). Zur Umsetzung der

[336] (Nidumolu, Prahalad, & Rangaswami, 2009).

Ziele verfolgt das Projekt-SPaCiH folgende strategische Leitlinien (vgl. Kapitel 1), an denen die Handlungsfelder und deren Aktivitäten auszurichten sind):

- City Logistik – integrierte Smart-City-Konzepte für Stadt und ländlichen Raum
- Verlagerung der Güterströme auf die nachhaltigsten Verkehrsträger, aktuell Bahn und Binnenschiff
- Aus der Region für die Region
- Schaffung räumlich fokussierter, geschlossener Kreisläufe bei Umsetzung der Circular Economy (SPaCiH-Netz als Enabler)
- Forcierung von Kooperationen
- Aktivierung von Synergiepotenzialen
- Digitalisierung und Kooperationsplattform als Enabler für Effektivität und Effizienz
- Virtualisierung

3.1.2 Ziel und Untersuchungsgegenstand der Strategieplanung

Ziel der strategischen Planung ist es, die langfristige Entwicklungsrichtung für die Umsetzung des SPaCiH-Konzeptes in die Praxis festzulegen und sicherzustellen, dass diese flexibel genug ist, um auf die sich ständig ändernden Marktbedingungen und Kundenbedürfnisse reagieren zu können. Somit wird eine Strategie der kontinuierlichen Weiterentwicklung verfolgt.

Dazu muss eine klare und inspirierende Vision geschaffen werden. In diesem Sinne soll die Beschreibung des SPaCiH-Konzeptes eine klare Vorstellung davon vermitteln, was unter Berücksichtigung der strategischen Leitlinien notwendig ist, um das Kernziel einer nachhaltigeren Versorgung der Bevölkerung im städtischen und ländlichen Raum zu gewährleisten und wie es sich in Zukunft positionieren soll. In diesem Zusammenhang wurden auch bereits wesentliche Aspekte zur strategischen Ausgangslage herausgearbeitet. Daraus lassen sich vier strategische Handlungsstränge ableiten, die in die Vorstellung der strategischen Handlungsfelder gemäß Abbildung 3-2 einfließen:

- Initiales Business Ecosystem: Was sind die nächsten Entwicklungsschritte, wer ist einzubeziehen und wie erfolgt die organisatorische Verankerung?
- Ressourcenallokationsstrategie: Wie können die notwendigen Rahmenbedingungen im Bereich Ressourcen und Infrastruktur parallel zu den weiteren Entwicklungsschritten vorangebracht werden? Wie können neue Finanzierungsquellen für die nächsten Entwicklungsschritte erschlossen werden.
- Politische und rechtliche Rahmenbedingungen: Wie kann die Umsetzung durch die Politik gefördert werden, wo besteht Anpassungsbedarf bei den rechtlichen Rahmenbedingungen?
- SPaCiH Attraktoren[337]: Was können Pull-Faktoren sein, die eine selbstorganisierende Initiative in Richtung einer Umsetzung des SPaCiH-Konzeptes auslösen?

[337] Ein Attraktor ist ein stabiler Zustand in einem System, der dazu neigt, dass das System dorthin konvergiert. Es handelt sich um einen Fixpunkt, der das System anzieht und stabilisiert. In einer selbstorganisierten Entwicklung kann ein Attraktor als Ziel oder Leitbild dienen, das das System auf natürliche Weise in Richtung des gewünschten Zustands führt.

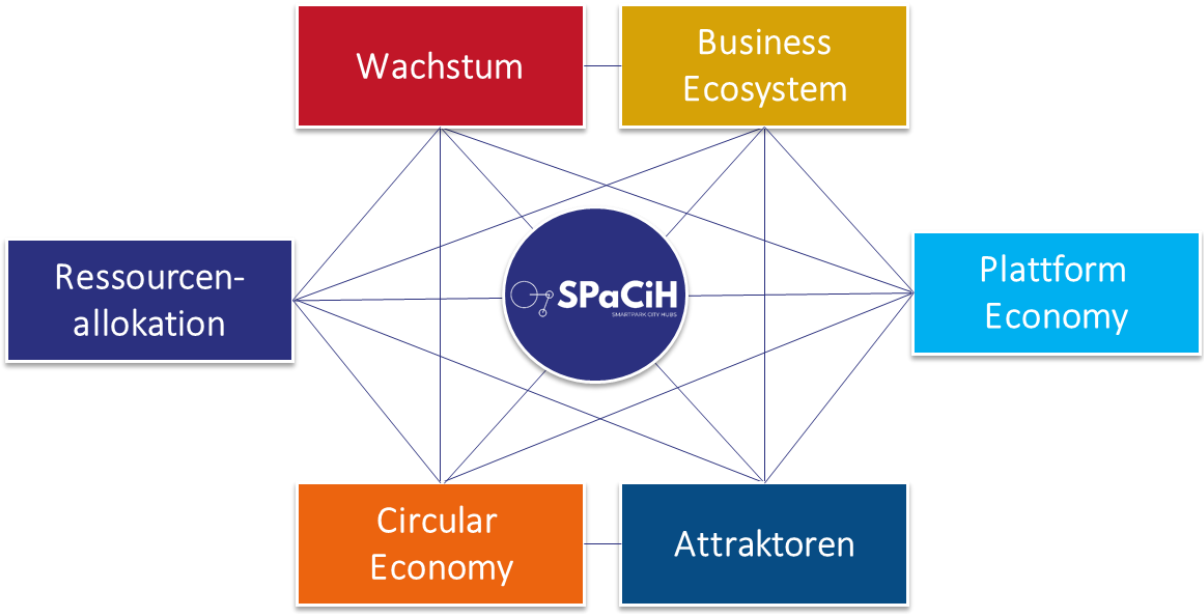


Abbildung 3-2: Strategische Handlungsfelder

3.1.2.1 Digitalisierung und Plattform-Ökonomie

Unter Plattformökonomie können durch die Digitalisierung angestoßene Prozessveränderungen verstanden werden, die es sich zur Aufgabe machen, Anbieter und Nachfrager auf einer digitalen Plattform ganzheitlich zusammenzubringen. Die SPaCiH-Kooperationsplattform ist das Konzept für eine solche Plattform. Sie bietet Unternehmen die Chance für disruptive Veränderungen mit neuen Geschäftsmodellen. Die Entwicklungsgeschichte des Online-Versandhändlers Amazon verdeutlicht den disruptiven Charakter und die signifikante gesellschaftliche und ökonomische Bedeutung der Plattformökonomie. In diesem Zusammenhang spricht man auch von dem Phänomen *„The Winner takes it all"*, d.h. einer Marktkonzentration im Bereich digitaler Plattformen.[338] Sie verändern bestehende Märkte, schaffen aber auch neue Strukturen und Abhängigkeiten. Die SPaCiH-Plattform soll daher eine offene und diskriminierungsfreie Kooperation ermöglichen.

Untersuchungen der Harvard-University zu mehreren hundert Projekten im Bereich digitaler Plattformen zeigten, dass nur wenige erfolgreich verlaufen. Untersucht wurden sowohl Start-ups als auch etablierte Unternehmen wie Microsoft, Google und SAP. Dabei zeigte sich auch das sogar Unternehmen scheitern, die zuvor bereits erfolgreich digitale Plattform eingeführt hatten.[339] Der Grund für das Scheitern war fast immer der gleiche. Es gelingt nicht eine kritische Masse an Teilnehmenden im Rahmen der Markteinführung zu gewinnen. Damit eine digitale Plattform den Teilnehmenden einen Nutzen bieten kann, muss sie genügend Interaktionen ermöglichen. Zum Zeitpunkt der Markteinführung sind jedoch in der Regel weder Anbieter noch Kunden in ausreichender Zahl vorhanden. Das zugrundeliegende Dilemma der kritischen Masse lässt sich wie folgt formulieren:[340]

Eine Plattform ohne Kunden zieht keine Anbieter an;
eine Plattform ohne Anbieter zieht keine Kunden an.

Dieses Dilemma lässt sich auf den Hochlauf des SPaCiH-Konzeptes insgesamt übertragen. So haben die Untersuchungen an den Pilotstandorten gezeigt, dass dort mehrere Partner identifiziert werden

[338] Vgl. (Förderer, 2022).
[339] Vgl. (Förderer, 2022).
[340] Vgl. (Förderer, 2022).

konnten, die sich eine Beteiligung an SPaCiH vorstellen können (vgl. Kapitel 5.2.5 und 5.3.6). In allen Gesprächen stellte sich jedoch die Frage: Wer sind die zu versorgenden Kunden? Zur Lösung dieses Dilemmas haben sich zwei Vorgehensweisen bewährt, die sowohl für die Plattform als auch für das Gesamtprojekt angewendet werden sollen:

- Strategie des begrenzten Starts: Die Plattform wird in einem zunächst sehr eng definierten Teilmarkt eingeführt. Dort kann eine kritische Masse schneller und mit geringerem Ressourceneinsatz erreicht werden als im Gesamtmarkt. Anschließend erfolgt eine schrittweise Expansion in angrenzende Teilmärkte, bis schließlich der Gesamtmarkt erschlossen ist.
- Strategie der strategischen Öffnung: Hier wird die Plattform zunächst ohne Anbieterseite betrieben und den Kunden ein eigenständiger Mehrwert geboten. Sobald genügend Kunden gewonnen wurden, erfolgt die Öffnung der Plattform für die Anbieterseite.

Beide Strategien sollten in einem Folgeprojekt aufgegriffen und erweitert werden, um die Chancen für das Erreichen einer kritischen Masse für das SPaCiH-Konzept zu erhöhen. Grundsätzlich zeigen beide Strategien, dass ein nächster zentraler Schritt die Kommunikation des Nutzenversprechens von SPaCiH an die Kunden sein muss.

Hier kann die Strategie des begrenzten Starts in Bezug auf die Nutzer und/ oder den Funktionsumfang der Plattform angewendet werden. Für die Umsetzung würde eine Eingrenzung der Betrachtung auf spezifische Segmente erfolgen. Diese könnte räumlich, funktional, nach Gütergruppen oder Modalitäten erfolgen. Bezogen auf die Nutzer ist ein erfolgreiches Beispiel für eine räumliche Eingrenzung das in Kapitel 2.2.2 dargestellte Beispiel von ABC Logistik. Hier wurden gezielt Einzelhändler in Düsseldorf angesprochen. Ein Beispiel für eine Eingrenzung nach Gütergruppen könnte die Umsetzung des Use Cases Foodhub sein (vgl. Kapitel 2.8.2). In Bezug auf die Umsetzung der Kooperationsplattform erscheint insbesondere der funktionale Ansatz relevant, bei dem zunächst die gängigen Kernfunktionalitäten, die die Koordination der Lieferkette sicherstellen, genutzt und dann sukzessive in Richtung der in Kapitel 0 dargestellten Funktionalitäten erweitert werden. Es könnte auf diese Weise die Strategie der strategischen Öffnung verfolgt werden. Ein Umsetzungsplan mit alternativen Optionen zur Realisierung der Kooperationsplattform findet sich in Kapitel 2.6.7 und 0.

Das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNV NRW) könnte in diesem Handlungsfeld folgende Maßnahmen ergreifen:

- Unterstützung bei der Kommunikation des SPaCiH-Konzeptes (Aufbau als Marke)
- Förderung von für KMU diskriminierungsfrei zugänglichen Plattformen
- Unterstützung der Weiterentwicklung der Kooperationsplattform und der Partnersuche für die Umsetzung
- Sicherstellung des Anschlusses an nationalen und internationalen Standardisierungsinitiativen

3.1.2.2 Umsetzung der Circular Economy

Die *Circular Economy* wird als wesentlicher Hebel zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele erkannt. Sie birgt für NRW ein erhebliches Beschäftigungspotenzial und die Chance, eine neue nachhaltige Industrie anzusiedeln. Grundlage hierfür sind, wie beschrieben, ein dichtes Logistiknetz und regional geschlossene Kreisläufe. Das SPaCiH-Netzwerk ist somit ein wesentlicher Enabler für die Circular Economy. Die möglichen Umsetzungsvarianten an den SPaCiH-Standorten wurden in Kapitel 2.8.1 als Use-Case beschrieben. Aufgrund der großen volkswirtschaftlichen Bedeutung und weil die Umsetzung auch isoliert erfolgen kann, wurde für die Circular Economy ein eigenes Handlungsfeld vorgesehen. Nach der Strategie des begrenzten Starts könnte hier das SPaCiH-Konzept an einem Standort, z.B. bei einem der Pilotpartner, beginnend mit einer besonders relevanten Gütergruppe umgesetzt werden.

Das MUNV könnte in diesem Handlungsfeld folgende Maßnahmen ergreifen:

- Unterstützung bei der Bekanntmachung des Circular Economy Action Plan
- Unterstützung bei der Kommunikation des SPaCiH-Konzeptes in Richtung potenzieller Wertschöpfungspartner
- Förderung einer Pilotansiedlung

3.1.2.3 Use-Cases als Referenz und Attraktoren für das SPaCiH-Konzept

Mit der Umsetzung der Use-Cases sollen Fixpunkte (Attraktoren) geschaffen werden, die Unternehmen motivieren, sich dem SPaCiH Business Ecosystem anzuschließen. Die Versorgung aus der Region für die Region ist der Schlüssel für eine nachhaltige Versorgung der Bevölkerung. Ein Food Hub kann dabei eine wichtige Rolle spielen, indem er lokale Lebensmittelproduzenten unterstützt und deren Produkte in der Region vermarktet. Für die Umsetzung bietet sich der Delta Port unter Einbeziehung des Kühlhauses von Nordfrost an. In Anlehnung an die Strategie der strategischen Öffnung könnte ein erweitertes Nutzenversprechen abgeleitet werden, das einen erweiterten Kundenkreis anspricht: „Gesündere nachhaltigere zirkuläre Versorgung der Region aus der Region“.

Die Nutzung von Wasserstoff ist ein wesentlicher Baustein für eine nachhaltige und saubere Energieversorgung in Deutschland. In diesem Zusammenhang spielen Häfen eine Schlüsselrolle, da sie eine zentrale Schnittstelle für den Transport und die Verteilung von Wasserstoff darstellen. Die Transformation von Häfen in grüne Wasserstoff-Hubs ist ein wichtiger Schritt, um die Wasserstoffwirtschaft voranzutreiben und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu reduzieren. Der Use-Case H2-Hub ist ein Schritt zur Umsetzung dieser Vision.

Das MUNV könnte in diesem Handlungsfeld folgende Maßnahmen ergreifen:

- Bekanntmachung der Use-Cases durch Marketingmaßnahmen
- Förderung der Umsetzung eines regionalen Food-Hubs
- Förderung der Umsetzung eines Wasserstoff-Hubs
- Unterstützung im Bereich der Planungs- und Genehmigungsverfahren

3.1.2.4 Ressourcenallokationsstrategie

Die Ressourcenallokationsstrategie dient der Planung der effektivsten Verteilung von Ressourcen wie Zeit, Geld und Personal auf die Folgeaktivitäten des SPaCiH-Projektes. Die konkrete Planung ist einer der ersten Schritte, in dem auch die weitere Finanzierung geklärt werden sollte. Die für die weiteren Entwicklungsschritte notwendigen Ressourcen lassen sich in projektspezifische und allgemeine Ressourcen unterteilen:

- Personal für die Planung und Koordination der nächsten Schritte
- Kooperationsplattform (siehe Kapitel 0)

Generell erscheinen für eine Wende hin zu einer nachhaltigen Logistik notwendig (vgl. Kapitel 3.2.5.4):

- Flächenentwicklung und -bereitstellung, möglichst als Umnutzung bestehender Gewerbe- bzw. Industrieflächen
- Ausbau bzw. Ertüchtigung der logistischen Infrastruktur Schienennetz, Kanalnetz, Terminalkapazitäten
- Neue Technologien im Bereich autonomes Fahren u.a. auch für Bahn und Binnenschiff
- Neue Technologien im Bereich der automatisierten Be- und Entladetechnik
- Ausbau der Infrastruktur zur Umsetzung der Wasserstoffstrategie

Das **MUNV** könnte in diesem Handlungsfeld folgende Maßnahmen ergreifen:

- Fortführung der Förderung des SPaCiH-Ansatzes
- Förderung von Innovationsprojekten im Bereich neuer Technologien
- Gezielte signifikante Investitionen in die Infrastruktur

3.1.2.5 Wachstumsstrategie

Wie bereits erwähnt, ist das Erreichen einer kritischen Masse an Kunden und Anbietern ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die Umsetzung des SPaCiH-Konzeptes. Zur Umsetzung einer Wachstumsstrategie können die in Abbildung 3-3 dargestellten strategischen Optionen genutzt werden.

Abbildung 3-3: Strategische Optionen einer Wachstumsstrategie

Marktdurchdringung: Bedeutet im Allgemeinen, dass Unternehmen versuchen, ihren Marktanteil in einem bestehenden Markt zu erhöhen, indem sie mehr Produkte oder Dienstleistungen verstärkt an bestehende Kunden verkaufen oder neue Kunden in diesem Marktsegment gewinnen. Ziel dieser Strategie ist es, das Wachstum des Unternehmens durch eine Steigerung des Umsatzes und des Marktanteils im bestehenden Markt zu fördern.

Übertragen auf das SPaCiH-Konzept ist zunächst zu bedenken, dass unterschiedliche Kundenkategorien zu berücksichtigen sind. In Kapitel 2.5 wurde erläutert, dass es drei Kategorien von Kunden-Lieferanten-Beziehungen (KLB) gibt. Und zwar zwischen:

- den Akteuren in der Liefer- bzw. Wertschöpfungskette zwischen Quelle und Senke
- den Akteuren im SPaCiH-Knoten (interne Leistungsverflechtung)
- SPaCiH-Knoten und SPaCiH-Netzwerk-Organisation

Da die Lieferkette die zentrale Quelle der Wertschöpfung ist, werden primär die Kunden dieser Kategorie betrachtet. Von besonderer Bedeutung ist daher die Gewinnung der zu beliefernden Endkunden, der Verlader als Initiatoren von Güterströmen und der Spediteure als diejenigen, die im Auftrag der Kunden die Gütertransporte organisieren und durchführen. Bislang wurden zwei Pilotstandorte untersucht. An jedem Standort konnten potenzielle Partner für SPaCiH identifiziert werden (vgl. Kapitel 5.2.6 und 5.3.6). Offen bleibt die Frage, wer die zu versorgenden Kunden sein könnten. Die **Kundengewinnung wäre daher die zentrale Aufgabe in einem Folgeprojekt**. Dabei wären die Strategien des begrenzten Starts und der strategischen Öffnung zu berücksichtigen. Gemeinsam mit

den Partnern müssten Marketing- und Vertriebsmaßnahmen durchgeführt werden, die deutlich machen, dass eine Abwicklung über das SPaCiH-Konzept nachhaltiger, attraktiver und wettbewerbsfähiger ist. Dies sollte durch die konkrete Umsetzung von Pilotprojekten als Referenz flankiert werden. Darüber hinaus sind die im Weiteren diskutierten strategischen Optionen einzubeziehen.

Horizontale Integration: Bedeutet im Allgemeinen, dass Unternehmen versuchen, ihr Geschäft durch die Übernahme oder Fusion von Unternehmen zu erweitern, die in der gleichen Branche tätig sind und ähnliche Produkte oder Dienstleistungen anbieten. Ziel dieser Strategie ist es, die Marktmacht des Unternehmens zu erhöhen, indem die Produktpalette erweitert, neue Kunden gewonnen und die Wettbewerbsposition gestärkt werden.

Übertragen auf das SPaCiH-Konzept bedeutet dies auf Netzwerkebene, dass weitere SPaCiH-Standorte für das Konzept gewonnen werden müssen. In der Strukturplanung (Kapitel 3.2) wurden die potenziellen Standorte mit Ansprechpartnern erfasst. Eine Priorisierung der Ansprache konnte über die Einwohnerzahl in den zugeordneten Versorgungsgebieten erfolgen. Es wurden auch attraktive neue Standorte identifiziert, die zunächst einer Entwicklung bedürfen. Entsprechende Planungsaktivitäten inkl. Gutachten und Förderanträge wären aufgrund der langen Planungs- und Genehmigungsverfahren zeitnah einzuleiten. Auf Knotenebene gilt es, innerhalb der Standorte Partner für das SPaCiH Business Ecosystem zu gewinnen. Für Erweiterungen an bestehenden und neuen Standorten sollten die in Kapitel 2.4.2 beschriebenen Kriterien zur Auswahl der anzusiedelnden Anrainer berücksichtigt werden.

Vorwärtsintegration: Bedeutet im Allgemeinen, dass ein Unternehmen versucht, seine Geschäftsaktivitäten durch den Kauf oder die Übernahme von Unternehmen zu erweitern, die in der Vertriebskette des Unternehmens tätig oder für die Vermarktung und den Verkauf seiner Produkte und Dienstleistungen notwendig sind. Ziel dieser Strategie ist es, die Kontrolle über den Vertrieb und das Marketing der eigenen Produkte zu erhöhen, die Marktmacht zu stärken und die Abhängigkeit von Drittanbietern zu verringern.

Übertragen auf das SPaCiH-Konzept bedeutet dies, die Akteure der nachgelagerten SPaCiH-Wertschöpfungskette als Kooperationspartner für das Business Ecosystem zu gewinnen. Auf diese Weise kann das Angebot auf der SPaCiH-Kooperationsplattform erweitert werden. Darüber hinaus wäre es das Ziel, dass diese Akteure ihre Geschäftsaktivitäten vollständig über die SPaCiH-Kooperationsplattform abwickeln. Dies würde sowohl die Angebots- als auch die Nachfrageseite der Plattform stärken. Innerhalb des SPaCiH-Knotens kann eine Stärkung der internen Leistungsverflechtung angestrebt werden.

Rückwärtsintegration: Bedeutet im Allgemeinen, dass ein Unternehmen versucht, seine Geschäftsaktivitäten durch den Kauf oder die Übernahme von Unternehmen zu erweitern, die in der Lieferkette des Unternehmens tätig sind oder für die Produktion notwendige Rohstoffe oder Vorprodukte herstellen. Ziel dieser Strategie ist es, die Kontrolle über die Lieferkette zu erhöhen, Kosten zu senken, die Qualität der Produkte zu verbessern und die Abhängigkeit von Lieferanten zu verringern.

Übertragen auf das SPaCiH-Konzept bedeutet dies, die Akteure der vorgelagerten SPaCiH-Wertschöpfungskette als Kooperationspartner für das Business Ecosystem zu gewinnen. Auf diese Weise kann das Angebot auf der SPaCiH-Kooperationsplattform erweitert werden. Darüber hinaus wäre es das Ziel, dass diese Akteure ihre Geschäftsaktivitäten vollständig über die SPaCiH-Kooperationsplattform abwickeln. Dies würde sowohl die Angebots- als auch die Nachfrageseite der Plattform stärken. Innerhalb des SPaCiH-Knotens kann eine Stärkung der internen Leistungsverflechtung angestrebt werden.

Sowohl die Aktivitäten zur Vorwärts- als auch zur Rückwärtsintegration können anhand der in Kapitel 2.5.1 beschriebenen Gliederungskriterien systematisiert und anhand der in Kapitel 8.6 dargestellten Mengen pro Güterklasse priorisiert werden. Insgesamt kann damit ein Beitrag zur Lösung des kritischen Masse-Dilemmas geleistet werden.

Neue Produkte/ Services für bestehende Kunden: Bedeutet im Allgemeinen, dass ein Unternehmen neue Produkte oder Dienstleistungen entwickelt und diese bei bestehenden Kundenbeziehungen einsetzt, um den Umsatz zu steigern. Die Strategie bietet auch die Möglichkeit, sich auf bisher nicht erfüllte Kundenbedürfnisse zu konzentrieren und sich von Mitbewerbern abzuheben.

Im SPaCiH-Konzept kann diese Strategie umgesetzt werden, indem die an ein SPaCiH herangetragenen oder im Rahmen einer Marktanalyse systematisch erhobenen Anforderungen durch eine Erweiterung des Leistungsportfolios erfüllt werden (Beispiele siehe Abbildung 3-3). Dies kann auf unterschiedliche Weise geschehen, z.B. durch die Entwicklung neuer Produkte/ Dienstleistungen, die in das bestehende Portfolio passen, oder durch die Erweiterung von Produkten/ Dienstleistungen um zusätzliche Funktionalitäten. Es können auch bisher nicht angebotene Leistungen aus den Servicekatalogen (Kapitel 2.4.6 und 2.4.7) ergänzt werden. Um dies Prozess mit den besonderen synergetischen Fähigkeiten eines koordinierten Ecosystem zu unterstützen sind im SPaCiH-Konzept sogenannte Innovation Ecosystems verankert (siehe Kapitel 2.3.7).

Neue Produkte/ Services für neue Kunden: Bedeutet im Allgemeinen, dass ein Unternehmen neue Produkte oder Dienstleistungen entwickelt und an neue Kunden verkauft, um in neue Märkte zu expandieren oder seine Marktposition auszubauen.

Übertragen auf das SPaCiH-Konzept bedeutet dies die Erschließung neuer Kundensegmente, indem die an ein SPaCiH herangetragenen oder im Rahmen einer Marktanalyse systematisch erhobenen Anforderungen durch ein erweitertes Leistungsportfolio bedient werden (Beispiele siehe Abbildung 3-3). Durch die Einführung neuer Produkte oder Dienstleistungen können neue Kunden gewonnen werden.

Diversifikation: Bedeutet im Allgemeinen, dass ein Unternehmen sein Leistungsprogramm sowohl im Bereich neuer Produkte und Dienstleistungen als auch in neuen Märkten erweitert. Ziel ist die Risikominimierung durch Investitionen in verschiedene Produkte, Dienstleistungen oder Geschäftsfelder. Dabei werden die oben beschriebenen strategischen Optionen mit neuen Märkten kombiniert.

Übertragen auf das SPaCiH-Konzept könnte dies durch eine geographische Diversifikation erfolgen, bei der in andere geographische Regionen expandiert wird (z.B. Anbindung des asiatischen Marktes über die Seidenstraße). Dies würde das logistische Netzwerk erweitern und verwandte Geschäftsfelder erschließen. Als dynamisches kooperatives Netzwerk könnte dies durch die Aufnahme weiterer Partner in das SPaCiH Business Ecosystem realisiert werden.

Alternative Kanäle: Bedeutet im Allgemeinen, dass ein Unternehmen neue oder alternative Vertriebskanäle nutzt, um seine Produkte oder Dienstleistungen zu vertreiben. Ziel ist es, Kunden über neue Wege und innovative Plattformen zu erreichen.

Im Rahmen des SPaCiH-Konzeptes soll dies über die Kooperationsplattform erfolgen. In Kapitel 0 wird der geplante Leistungsumfang skizziert. Bei der Umsetzung ist von einem sukzessiven Realisierungskonzept auszugehen, bei dem zunächst die Kernfunktionalitäten umgesetzt werden. Später könnten dann z.B. mit der Umsetzung des Use-Case Food Hub (vgl. Kapitel 2.8.2) alternative Kanäle für den Direktvertrieb über Internet, mobile Apps, Online-Marktplätze ergänzt werden. Durch

die Nutzung dieser alternativen Kanäle könnte ein SPaCiH seine Reichweite erhöhen und seinen Umsatz steigern.

Das **MUNV** könnte in diesem Handlungsfeld folgende Maßnahmen ergreifen:

- Bekanntmachung des SPaCiH-Ansatzes durch Marketing- und Vertriebsmaßnahmen
- Fortführung der Förderung des SPaCiH-Ansatzes
- Förderung von Realisierungsprojekten bei den bestehenden Pilotpartnern
- Unterstützung der Realisierungsprojekte im Bereich der Planungs- und Genehmigungsverfahren

3.1.2.6 Business-Ecosystem

Der anhaltende Aufstieg von Business Ecosystems hat weltweit erhebliche Auswirkungen auf die Gesellschaft, Wirtschaft und Unternehmen. So wenden die drei, nach Marktkapitalisierung größten Unternehmen[341] (Apple, Microsoft und Saudi Arabian Oil Company), das Modell des Business Ecosystems erfolgreich an.

Die Idee eines Business Ecosystems ist, dass eine Gruppe von Unternehmen gemeinsam eine Leistung für Kunden erbringt, die ein einzelnes Unternehmen nicht erbringen könnte.[342] Es geht also um die Erschließung von Synergien. Das bedeutet die Leistung ergibt sich nicht aus der Addition der Einzelbeiträge aller Beteiligten, sondern aus dem Zusammenspiel der Beteiligten entsteht eine Leistung, die darüber hinausgeht. Dieser positive Effekt wird oft mit dem 2+2=5-Effekt veranschaulicht.

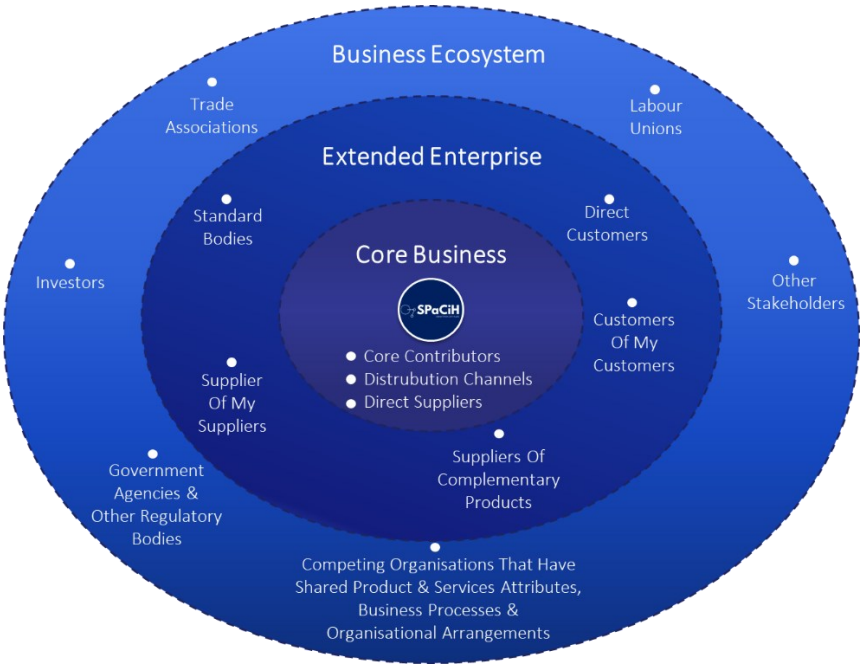


Abbildung 3-4: Beispielhaftes Business Ecosystem eines SPaCiH-Knotens[343]

Dies wird erreicht, indem die beteiligten Unternehmen ihr Nutzenversprechen in eine übergeordnete Kundenlösung integrieren. Die eng vernetzten Partner zielen somit auf ein gemeinsames Kundenbedürfnis, die sogenannte Value Proposition. Wie in Kapitel 3.1.2.5 beschrieben, sind drei

[341] Vgl. (PricewaterhouseCoopers, 2022).
[342] Der Begriff des Business Ecosystems geht auf Moore zurück (vgl. (Moore, 1993) und (Moore, 1996)).
[343] (Moore, 1996).

Kundenkategorien zu unterscheiden. Im Folgenden wird der Fokus auf die Kunden der Liefer- bzw. Wertschöpfungskette gelegt. Die Wertversprechen der SPaCiH Knoten- und SPaCiH-Netzwerkorganisation werden im Rahmen der Entwicklung ihrer Geschäftsmodelle in Kapitel 3.1.4 beschrieben.

Das SPaCiH-Konzept sieht mehrere Business Ecosystems vor,

- jeweils eines an den SPaCiH-Standorten (Knoten) und
- eines auf der Ebene des SPaCiH-Netzwerkes, das die Knoten zusammenführt.

Die Business Ecosystems sind miteinander vernetzt. Dies geschieht organisatorisch über Unternehmen bzw. Organisationseinheiten, die in mehreren Business Ecosystems aktiv sind (Kapitel 2.5 und Abbildung 3-5) und technisch über die Kooperationsplattform (Kapitel 0). Die übergeordnete Value Proposition leitet sich für alle aus dem Kernziel des Projektes, der nachhaltigen Nachhaltige Ver- und Entsorgung von Cities und dem ländlichen Raum, ab.

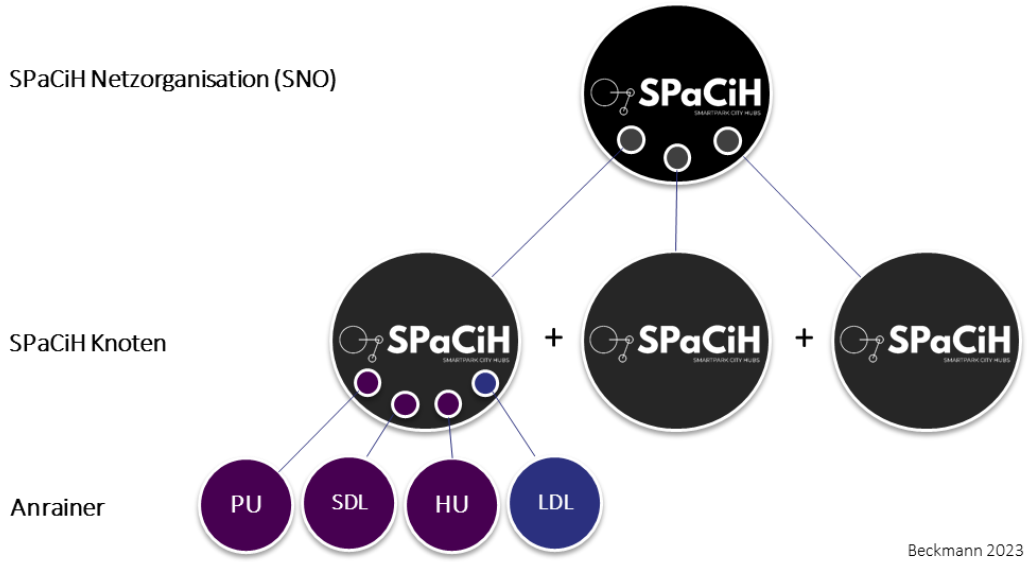


Abbildung 3-5: Vernetzung der SPaCiH Business Ecosystems

Die Beschreibung der Value Proposition kann sukzessive erweitert werden (Strategie des begrenzten Starts). Um die Strategie zu verdeutlichen, könnte die erste Stufe die nachhaltige Versorgung der Bevölkerung im Servicegebiet eines SPaCiHs sein. Durch die Erweiterung des Netzes (horizontale Integration) kann das Nutzenversprechen schließlich räumlich auf NRW ausgedehnt werden. Bei einer funktionalen Erweiterung eines SPaCiHs um einen Food-Hub könnte das Nutzenversprechen noch weiter gefasst werden, in Richtung einer nachhaltigen Versorgung der Bevölkerung mit temperaturgeführten Waren. In der nächsten Stufe könnte das Nutzenversprechen in Richtung „nachhaltige, kreislauforientierte Versorgung (Circular Economy)“ gehen. Zur Erfüllung des Nutzenversprechens ist ein definierter Kreis von Partnern im SPaCiH erforderlich. Wird das erweiterte Nutzenversprechen angestrebt, so sind zusätzliche Akteure einzubeziehen, die an der Produktion, der Veredelung, dem Transport, dem Marketing und dem Verkauf von temperaturgeführten Lebensmitteln beteiligt wären. Es wird deutlich, dass eine Wechselwirkung zwischen der Value Proposition und den beteiligten Akteuren besteht, sodass sich auch bei der Initiierung eines Business Ecosystems das eingangs skizzierten Dilemmas der kritischen Masse zeigt. Business Ecosystems weisen zur Lösung die Rolle des Orchestrators und/ oder Hubs auf. Ein Orchestrator ist ein zentraler Akteur, der die Ausrichtung des Ecosystems auf das gemeinsame Werteversprechen unterstützt. Dies umfasst den

gesamten Lebenszyklus eines Business Ecosystems, den Moore in vier Phasen unterteilt: Initialisierung, Expansion, Führung und Selbsterneuerung (oder Auflösung).[344] Ein Hub ist eine zentrale Plattform, die es verschiedenen Akteuren ermöglicht, miteinander zu interagieren und Geschäftsbeziehungen aufzubauen. Im SPaCiH-Konzept ist dies die Kooperationsplattform (Kapitel 0).

Um die Umsetzung des SPaCiH-Konzeptes voranzutreiben, wird empfohlen, ein **initiales SPaCiH Business Ecosystem** zu schaffen. Dies könnte im Rahmen eines Folgeprojektes geschehen, wobei das Projektkonsortium die Rolle des Orchestrators übernehmen würde. Aufgabe wäre es, das Business Ecosystem zu initiieren und gemeinsam die zuvor aufgezeigten Handlungsfelder anzugehen, um die ersten beiden Phasen des Lebenszyklus nach Moore umzusetzen. Die Initialisierungssphase umfasst den Zeitraum, in dem ein neues Ökosystem entsteht und sich zu formieren beginnt. In dieser Phase werden die Grundlagen des Ökosystems gelegt und erste Beziehungen zwischen den Akteuren aufgebaut. Die Expansionsphase umfasst den Zeitraum, in dem das Ökosystem wächst und sich weiterentwickelt, um den Anforderungen des Marktes gerecht zu werden. Spätestens am Ende dieser Phase sollte eine kritische Masse erreicht sein, die eine Institutionalisierung der SPaCiH-Knoten- und der Netzwerk-Organisation (Gründung einer Dachgesellschaft) ermöglicht. Auf dieser Basis sollen in der anschließenden Phase ein eigenständiger Betrieb und die kontinuierliche Weiterentwicklung des SPaCiH-Systems erfolgen. Zentraler Erfolgsfaktor auf diesem Weg ist die Einbindung aller relevanten Stakeholder in das Ecosystem (Kapitel 5.1).

Das **MUNV** könnte in diesem Handlungsfeld folgende Maßnahmen ergreifen:

- Unterstützung bei der Vermarktung des SPaCiH-Konzeptes in NRW
- Förderung des >initialen SPaCiH Business Ecosystems<
- Aktive Beteiligung am >initialen SPaCiH Business Ecosystem<
- Förderung von transformativen und systemischen Innovationen, die die Verwirklichung des SPaCiH-Konzeptes in NRW forcieren

3.1.3 Zusammenfassung im Masterplan

Die Zusammenfassung der Handlungsfelder zu einem Masterplan ist in Abbildung 3-7 dargestellt. Die Umsetzung des Masterplans ist für die nachhaltige Versorgung der Menschen in NRW von großer Bedeutung. Bessere Infrastruktur, besserer Verkehr und eine nachhaltige Versorgung bedeuten bessere Lebensbedingungen und mehr Lebensqualität für alle. Jetzt geht es darum, den Masterplan in die Tat umzusetzen. Am Anfang jeder Veränderung steht ein erster Schritt. Dieser muss die Gründung des **Initial SPaCiH Business Ecosystems** sein, das die Umsetzung der Handlungsfelder des Masterplans systematisch vorantreibt und koordiniert. Wichtige Fragestellungen, die es in diesem Zusammenhang zu untersuchen gilt, sind in Kapitel 7.3 unter den SPaCiH spezifischen Forschungsfragen zusammengefasst.

Die Schaffung der politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen sowie die Strategie der Ressourcenallokation sind auch unabhängig vom Projekt **Initial SPaCiH Business Ecosystems** anzugehen. Hier gilt es, die Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Versorgung und Mobilität in NRW zu schaffen. SPaCiH-spezifische Aspekte der rechtlichen Rahmenbedingungen werden in den Kapiteln 3.2.5.5und 3.3 behandelt. Die Strategie der Ressourcenallokation bezieht sich auf notwendige Infrastrukturmaßnahmen (vgl. Handlungsempfehlungen in Kapitel 3.2.5.4 und 4.2.6) und die Förderung von Innovationsprojekten (Enabler-Technologien vgl. Kapitel 7.4 die die Umsetzung und Weiterentwicklung des SPaCiH-Konzeptes fördern.

[344] Vgl. (Moore, 1996).

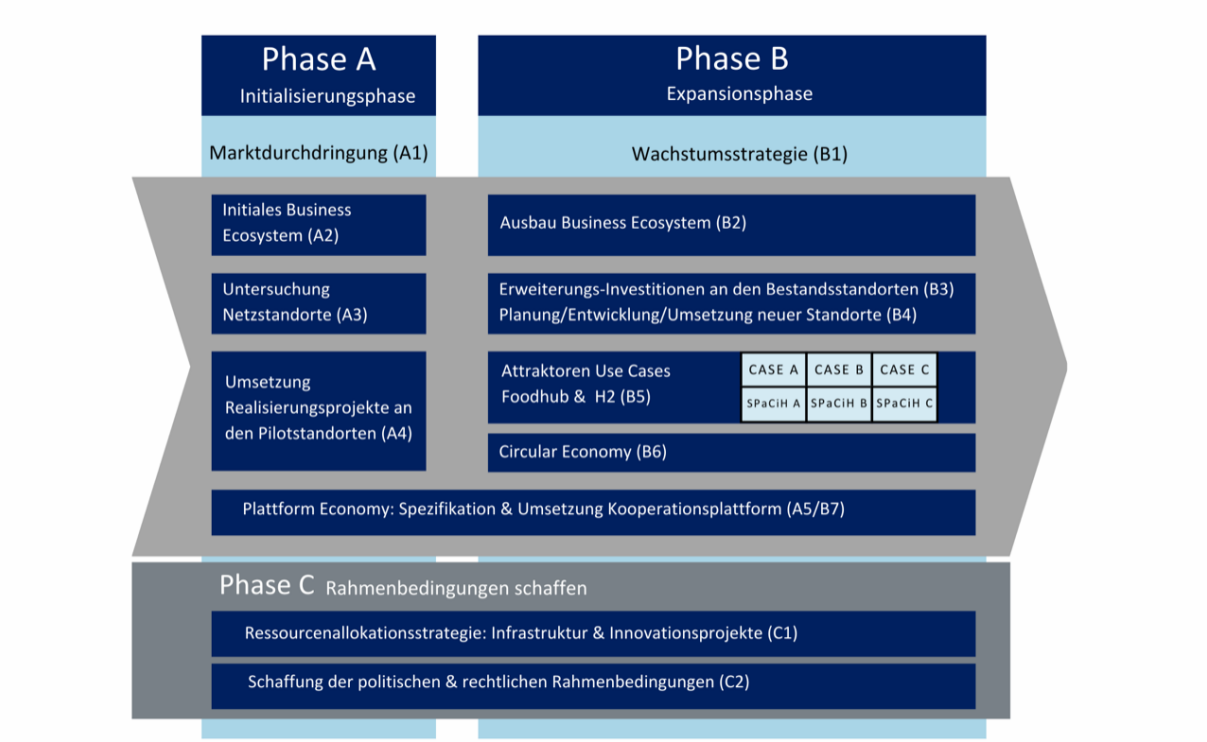


Abbildung 3-6: SPaCiH-Masterplan

Letztlich muss sich das SPaCiH-Konzept nach Erreichen der kritischen Masse wirtschaftlich selbst tragen. Die Tatsache, dass die meisten City-Logistik-Projekte nach Auslaufen der Subventionen eingestellt wurden, sollte dies deutlich unterstreichen. [345] Der Masterplan wurde daher mit den in Kapitel 3.1.2 dargestellten übergeordneten Strategien unterlegt. Zentrales Ziel ist es, ausgehend von den Pilotstandorten eine Marktdurchdringung zu erreichen. Damit dies effizient gelingen kann, sind Referenzen hilfreich, diese sollen durch die Umsetzung erster Realisierungsprojekte an den Pilotstandorten geschaffen werden (vgl. Handlungsempfehlungen 0und Forschungsfragen 7.3). Die SPaCiH-Standorte müssen in ein effizientes logistisches Netzwerk eingebunden werden. Dazu ist das Handlungsfeld „Untersuchung Netzstandorte“ notwendig. Dieses baut auf den Ergebnissen der Strukturplanung (Kapitel 3.2) auf. Dabei wurde prototypisch untersucht und aufgezeigt, wie das optimierte Netz für NRW aussehen würde. Eine detaillierte Beschreibung der notwendigen Aktivitäten an den Netzstandorten findet sich in den Handlungsempfehlungen zu Kapitel 3.2.5.4.

Die Kooperationsplattform ist für die Schaffung von Synergiepotenzialen und damit für die wirtschaftliche Attraktivität des SPaCiH-Netzwerkes von großer Bedeutung. In den ersten Umsetzungsprojekten können die IT-Lösungen der beteiligten Partner genutzt werden. Ein möglicher Ansatz wäre, darauf aufbauend eine Transformation in Richtung des in Kapitel 0 beschriebenen Leistungsspektrums zu entwickeln. Es ist wichtig sicherzustellen, dass eine offene und diskriminierungsfreie Plattform erreicht werden kann. Daher muss in der Geburtsphase eine SPaCiH-Digitalisierungsstrategie entwickelt werden, d.h. ein Plan für die Implementierung der Kooperationsplattform und die Integration digitaler Technologien und Prozesse in die SPaCiH-Organisation (Kapitel 2.5), der Ziele, Aufgabenpakete, Ressourcen, Zeitrahmen und Verantwortlichkeiten definiert. Obwohl bestehende Lösungen genutzt und weiterentwickelt werden sollen, sind erhebliche Investitionen zu erwarten, um den vollen Funktionsumfang zu implementieren.

[345] Dieser Punkt wurde in den Living Labs und insbesondere mit dem Projektbeirat ausführlich diskutiert.

In der Entstehungsphase ist es daher notwendig, Unternehmen zu akquirieren, die auch bereit sind in die Plattform zu investieren. Idealerweise findet sich ein Konsortium oder Leadpartner für die Entwicklung und den Betrieb der Plattform. Grundsätzlich sind in diesem Zusammenhang die in Kapitel 0 skizzierten Umsetzungsoptionen zu prüfen. Aufgrund der Komplexität der Gesamtfunktionalität und der Notwendigkeit einer kontinuierlichen technischen Weiterentwicklung wird das Handlungsfeld alle Phasen des Lebenszyklus nach Moore begleiten.

In der Expansionsphase gilt es das Business Ecosystem mit Hilfe der beschriebenen Hebel einer Wachstumsstrategie zu skalieren. Ist die kritische Masse erreicht, obliegt es dem >Initial SPaCiH Business Ecosystem< zu prüfen, ob eine Institutionalisierung der SPaCiH-Organisation erfolgen soll, z.B. die Überführung in eine Dachgesellschaft. Dies wird insbesondere dann relevant, wenn konkrete Investitionen anstehen.

Das für NRW optimierte logistische Versorgungsnetz setzt sich aus bestehenden und neuen Standorten zusammen. Die identifizierten neuen Standorte erscheinen aus Sicht einer nachhaltigen Versorgung hoch attraktiv. Sofern sich Investoren finden, sollten standortspezifische SPaCiH-Entwicklungsgesellschaften gegründet werden, die für die Erschließung der Gewerbeflächen und die Finanzierung des Großprojektes verantwortlich sind und als gemeinsame Plattform für Interessenvertreter aus Politik und Wirtschaft dienen (vgl. Investitionsmodelle Kapitel 2.4.3). An den bestehenden Standorten liegen bereits Betreibergesellschaften vor, die als Mitglieder des SPaCiH-Business Ecosystems gemeinsam mit den für den SPaCiH-Knoten relevanten Partnern Erweiterungsinvestitionen durch ein geeignetes Investitionsmodell begleiten sollten.

Um das Wachstum voranzutreiben, sollten die in Kapitel 0 beschriebenen Use-Cases umgesetzt werden. Diese sind besonders relevant, um das Kernziel von SPaCiH der nachhaltigen Versorgung zu erreichen. Wie bereits erwähnt, wird die Circular Economy aufgrund ihrer hohen volkswirtschaftlichen Bedeutung explizit benannt. Die Use-Cases sind so angelegt, dass sie auch unabhängig von den anderen Handlungsfeldern angegangen und umgesetzt werden können.

Wichtig ist, dass bei der konkreten Umsetzung der einzelnen Handlungsfelder immer die wirtschaftliche Tragfähigkeit geprüft wird. Um diese sicherzustellen, sollten Geschäftsmodelle für die Institutionalisierung der SPaCiH-Organisationseinheiten, die Umsetzung der Use-Cases sowie komplexer Leistungsbündel aus dem SPaCiH-Servicekatalog systematisch entwickelt werden. Das methodische Vorgehen hierzu wird im Folgenden skizziert.

3.1.4 Definition des Businessmodells

Um die Umsetzung und Nachhaltigkeit des SPaCiH-Netzwerkes langfristig zu sichern, müssen die in der strategischen Planung aufgezeigten Handlungsfelder sowie die in Kapitel 2.4.6 und 2.4.7 dargestellten Leistungsportfolios in Geschäftsmodelle überführt werden. Dies ist von hoher Bedeutung, da alle Betrachtungen bisheriger City-Logistik-Konzepte zeigen, dass nur eigenständig wirtschaftliche Lösungen Bestand haben können. Das Geschäftsmodell dient zur Beschreibung der verschiedenen Dimensionen eines SPaCiH-Geschäftsökosystems und kann auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen erstellt werden. Wie in Kapitel 2.5 gezeigt wurde, kann zwischen drei organisatorischen Dimensionen unterschieden werden. Die erste ist das Kerngeschäftsmodell, die Wertschöpfungskette. Das damit verbundene Geschäftsmodell ist gängige Praxis und bekannt. Darüber hinaus können Geschäftsmodelle

für die SPaCiH-Netzwerkorganisation (Netzwerkorganisation), die SPaCiH-Knotenorganisation, die Anrainer sowie spezifisch für einzelne SPaCiH-Use-Cases definiert werden.

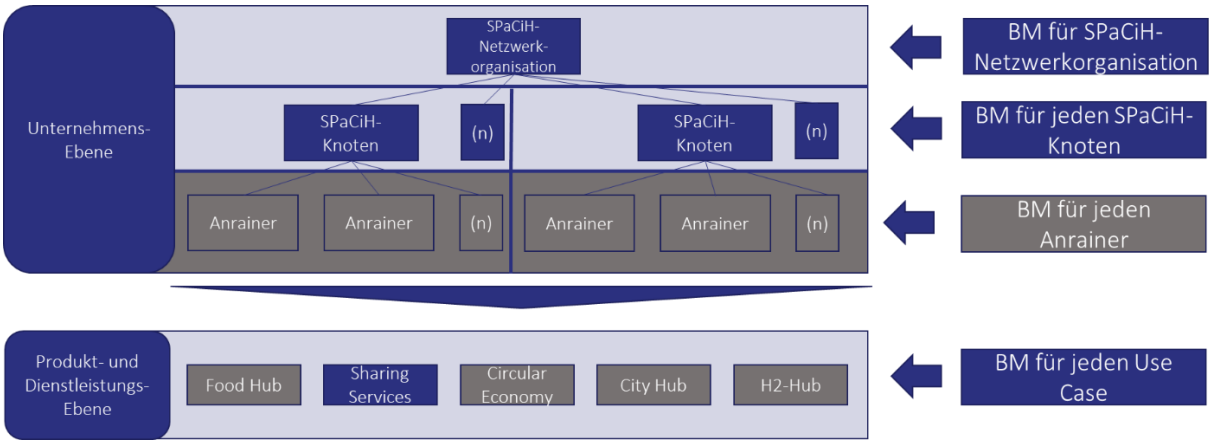


Abbildung 3-7: Geschäftsmodel Ebenen

Wie der Abbildung zu entnehmen ist, können auf Basis der definierten Business Modelle für die Netzwerk- und Knotenorganisation innovative und wertschöpfende Services etabliert werden, die von ausgewählten Anrainern erbracht werden und einen Mehrwert für übrigen Anrainer sowie die umliegende Region bieten). In diesem Kapitelabschnitt wird der Fokus auf die SPaCiH-Netzwerkorganisation, einen generischen SPaCiH-Knoten sowie auf einen konkreten Use Case gelegt. Für den Begriff der Business Modelle gibt es unterschiedliche Definitionen und Darstellungskonzepte. Nach der Definition von Rappa beschreiben Business Modelle die wertschaffenden Aktivitäten eines Unternehmens, die Position des eigenen Unternehmens innerhalb der Wertschöpfungskette sowie die Art und Weise der gewinnbringenden Zusammenarbeit mit dem Kunden.[346] Bei der Entwicklung und Umsetzung von Geschäftsmodellen handelt es sich zudem um einen iterativen Prozess, der die strategische Ausrichtung des Unternehmens an das volatile Marktumfeld anpasst. Es ist demnach als Tool der Strategieplanung einzuordnen. Der Pfad von der Geschäftsmodellentwicklung bis zur Umsetzung lässt sich in sechs Phasen unterteilen. Die nachfolgende Abbildung zeigt das sechsphasige Vorgehen auf.

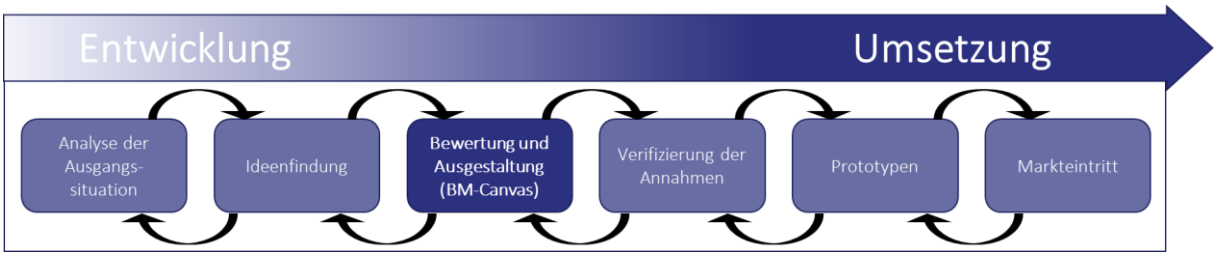


Abbildung 3-8: Entwicklung und Umsetzung eines Geschäftsmodells in sechs Phasen[347]

Zur Darstellung und Beschreibung von Geschäftsmodellen hat sich in der Praxis insbesondere das Business Model Canvas (BMC) von Osterwalde und Pigneur bewährt und wird inzwischen als Standardwerkzeug bei der Geschäftsmodellentwicklung von Start-ups, Investoren und Unternehmen eingesetzt. Innerhalb der sechs Phasen der Geschäftsmodellentwicklung lässt sich das BMC in der Phase der Bewertung und Gestaltung verorten. Hierauf soll in diesem Kapitelabschnitt der Schwerpunkt gelegt werden, da die Analyse der Ausgangssituation sowie die Ideengenerierung bereits in den

[346] (Rappa, 2004, S. 34).
[347] Eigene Darstellung in Anlehnung an (Buchholz & Bürger, 2020, S. 28).

vorangegangenen Kapitelabschnitten thematisiert wurden. Der Vorteil des BMC liegt darin, dass sowohl bestehende Geschäftsmodelle beschrieben als auch neue und innovative Geschäftsideen analysiert und bewertet werden können.[348] Nach Osterwalder und Pigneur bestehen Geschäftsmodelle aus neun verschiedenen Bausteinen.[349] Diese sollen die übergreifende Logik des Unternehmens bzw. der einzelnen Geschäftsaktivitäten beschreiben. Aus dieser Logik soll abgeleitet werden, wie das Unternehmen bei der Umsetzung seines Geschäftszweckes vorgehen soll. Das resultierende BMC ist als eine Art Sprache zu verstehen, die sich durch alle Geschäftsprozesse und strategischen Entscheidungen des Unternehmens zieht.[350] Grundsätzlich kann das BMC in beliebiger Reihenfolge ausgefüllt werden, in der Praxis hat sich jedoch die folgende Reihenfolge bewährt:

1. Kundensegmente
   Der Bereich Kundensegmente beschreibt die verschiedenen Kundengruppen, die das Unternehmen mit seinem Geschäftsmodell erreichen will. Konkret geht es in diesem Baustein um die Klärung der Frage, wer am meisten von dem Produkt oder der Dienstleistung eines Unternehmens profitiert und wer in einer wirtschaftlichen Beziehung zum eigenen Unternehmen bzw. Geschäftsmodell steht.[351]

2. Wertversprechen
   Unter Wertversprechen wird im BMC das Kauf- bzw. Entscheidungsargument für die Produkte oder Dienstleistungen eines Unternehmens verstanden. Es soll die Anreize für den Kunden verdeutlichen, die dazu führen sollen, dass das Angebot des betrachteten Unternehmens dem der Konkurrenz vorgezogen wird. Das Wertversprechen zielt speziell darauf ab die Bedürfnisse der gewählten Kundensegmente abzudecken.[352]

3. Marktkanäle
   Der Marktkanal beschreibt die verschiedenen Absatz- und Vertriebswege für die Produkte und Dienstleistungen des Unternehmens und stellt gleichzeitig die Berührungspunkte zwischen dem Unternehmen und den Kundensegmenten dar. Er ist zudem ein wichtiger Kommunikationskanal für die Vermittlung des Wertversprechens eines Unternehmens.[353]

4. Kundenbeziehungen
   Die Kundenbeziehung beschreibt das Verhältnis zwischen den einzelnen Kundensegmenten und dem Unternehmen. Die Beziehung sollte im Vorfeld klar definiert und individuell auf das Kundensegment ausgerichtet werden. Im Rahmen dieses Bausteins ist zu klären, wie die Beziehung zum Kundensegment aufgebaut, gestaltet und langfristig aufrechterhalten wird.[354]

5. Einnahmequellen
   Die Einnahmequellen stellen die Zahlungsströme dar, die von den Kundensegmenten in das Unternehmen fließen. Die Generierung von Umsätzen stellt einen der wichtigsten Aspekte für das Unternehmen dar und sichert die langfristige Überlebensfähigkeit des Unternehmens. Dabei ist die Frage zu klären, für welches Werteversprechen die Kundensegmente bereit sind, einen bestimmten Preis zu zahlen. Die Einnahmequellen lassen sich grundsätzlich in zwei

[348] (Buchholz & Bürger, 2020, S. 75).
[349] (Osterwalder & Pigneur, 2011, S. 15 ff.).
[350] (Osterwalder & Pigneur, 2011, S. 15).
[351] (Osterwalder & Pigneur, 2011, S. 20 ff.).
[352] (Osterwalder & Pigneur, 2011, S. 22).
[353] (Osterwalder & Pigneur, 2011, S. 26).
[354] (Buchholz & Bürger, 2020, S. 78).

Kategorien einteilen. Zum einen in einmalige Kundenzahlungen und zum anderen in wiederkehrende Zahlungen. [355]

6. Schlüsselressourcen
   Schlüsselressourcen sind Ressourcen, die es dem Unternehmen ermöglichen, seinen Geschäftszweck effektiv zu erfüllen. Sie ermöglichen es dem Unternehmen auch, seine Wertversprechen anzubieten, Kundenbeziehungen zu pflegen und Umsätze zu generieren.[356]

7. Schlüsselaktivitäten
   Die Schlüsselaktivitäten beschreiben die wichtigsten Aktivitäten, die zur Erfüllung des Geschäftszweckes durchgeführt werden müssen. Wie die Schlüsselressourcen sind auch die Schlüsselaktivitäten für die Bereitstellung des Wertversprechens, die Pflege der Kundenbeziehungen und die Generierung von Umsatz unerlässlich.[357]

8. Schlüsselpartnerschaften
   Die Schlüsselpartnerschaften beschreiben die koordinierte Zusammenarbeit zwischen dem betrachteten Unternehmen und seinen Partnern. Diese Partnerschaften werden eingegangen, um das Geschäftsmodell zu optimieren, Risiken zu minimieren oder um Ressourcen zu beschaffen.[358]

9. Kostenstrukturen
   Die Kostenstrukturen beschreiben die wichtigsten und größten Kosten, die bei der Umsetzung des Geschäftszweckes anfallen. Es geht darum, herauszufinden, welche Ressourcen und Aktivitäten die höchsten Kosten verursachen und wann diese Kosten bei der Entwicklung und dem Betrieb des Geschäftsmodells anfallen.[359]

Das Konzept des BMC wird im Folgenden für die verschiedenen SPaCiH-Organisationseinheiten) sowie für einen speziellen Use Case skizziert. Damit soll exemplarisch das Vorgehen verdeutlicht werden, wie mit Hilfe des BMC zukünftig Geschäftsmodelle für die konkrete Umsetzung der Organisationseinheiten und weiterer Services konfiguriert werden können.

3.1.4.1 SPaCiH-Netzwerkorganisation (SNO)

SPaCiH versteht sich als kooperativer Ansatz (vgl. Kapitel 2.5). Daher ist die eigentliche Ausgestaltung des Geschäftsmodells Aufgabe des initialen Business Ecosystems (IBE) (vgl. Kapitel3.1.3). Grundlage hierfür sind die in Kapitel 2.4.6 und2.4.7 definierten Services und das aufgezeigte konzeptionelle Grundgerüst. Die Akteure des initialen Business Ecosystems müssen ein robustes Governance-Modell aufbauen und weiterentwickeln, das es allen Teilnehmern ermöglicht, kooperativ nebeneinander zu agieren und nach den vereinbarten Prinzipien, Werten und Geschäftszielen zu handeln, die weder die Wettbewerbsfähigkeit noch die Kundenbindung der einzelnen Akteure einschränken. Der Aufbau und die Aufrechterhaltung von Vertrauen zwischen den Akteuren im SPaCiH-Netzwerk ist eine wesentliche Aufgabe.

Das SPaCiH-Konzept soll sich wirtschaftlich selbst tragen. Daher sollte die SPaCiH-Netzwerkorganisation in der Lage sein, ihre Dienstleistungen als eigenständiges Unternehmen mit wirtschaftlichen Interessen anzubieten. Aus dieser Perspektive ist eine wichtige Entscheidung, ob die Kooperationsplattform von

[355] (Osterwalder & Pigneur, 2011, S. 30 f.).
[356] (Osterwalder & Pigneur, 2011, S. 35 f.).
[357] (Osterwalder & Pigneur, 2011, S. 37).
[358] (Osterwalder & Pigneur, 2011, S. 38).
[359] (Buchholz & Bürger, 2020, S. 79).

der SPaCiH-Netzwerkorganisation betrieben werden soll. Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass dies der Fall ist, wenngleich die Umsetzung durch ein IT-Unternehmen oder einen 4PL-Logistikdienstleister aufgrund ihrer Spezialisierungsvorteile wahrscheinlicher erscheint. Wie in Kapitel 2.4 beschrieben, gibt es verschiedene Optionen für die Ausgestaltung des Leistungsportfolios und die organisatorische Umsetzung. Eine Möglichkeit ist die Institutionalisierung als Dachgesellschaft in der Rechtsform einer GmbH. Generell sind verschiedene Geschäftsmodelle für die SPaCiH-Netzwerkorganisation denkbar, ein möglicher Ansatz wird im Folgenden skizziert.

Abbildung 3-9: Business Model Canvas – SPaCiH-Netzwerkorganisation (SNO)

1. Kundensegmente
   Die SPaCiH-Netzwerkorganisation (SNO) verfolgt das Ziel, das SPaCiH-Konzept auf Basis des vereinbarten Governance-Modells gemäß der im strategischen Handlungsfeld „Wachstumsstrategie“ beschriebenen Vorgehensweise flächendeckend in mehreren SPaCiH-Knoten aufzubauen und langfristig zu orchestrieren. Als Leitlinie für den Netzausbau dient die in Kapitel 3.2.5.3 erarbeitete optimierte Standortstruktur. Demnach wären die einzelnen SPaCiH-Knoten die wichtigsten Kundensegmente, da diese in erster Linie die Dienstleistungen in Anspruch nehmen. Neben den Teilnehmern des Business Ecosystems sind dies auch neue Partner, die im Rahmen der Wachstumsstrategie gewonnen werden sollen. Die Dienstleistung des unterstützenden Aufbaus von SPaCiH-Knoten kann darüber hinaus für Länder und Kommunen interessant sein, die für ihre freien Gewerbeflächen ein nachhaltiges Wertschöpfungs- und Stadtversorgungskonzept etablieren wollen.

2. Wertversprechen
   Das größte und wichtigste Wertversprechen der SNO ist die Etablierung eines nachhaltigen und integrierten Logistik- und Wertschöpfungsnetzwerkes. Mit allen SPaCiH-Knotenpunkten und der Kooperationsplattform stellt das gesamte SPaCiH-Konzept sicher, dass die Nachhaltigkeitsanforderungen jetzt und in Zukunft erfüllt werden. Aufbauend auf dem etablierten Netzwerk sollen weitere Mehrwerte wie Verkehrsverlagerung und -bündelung ermöglicht werden. Mit Hilfe der Kooperationsplattform sollen die optimalen Verkehrsträger ausgewählt, die effizientesten Touren und Routen gebildet und die Auslastung der Transportfahrzeuge maximiert werden. Damit soll auch der Mehrwert der CO2-Reduzierung erreicht werden. Von diesem Nutzenversprechen sollen insbesondere die Kommunen und das Land NRW profitieren und damit die Attraktivität und Lebensqualität der Region für

Unternehmen, private Haushalte und Touristen erhöhen. Die SNO hat das gesamte Netzwerk im Blick und entwickelt eine Strategie zur Optimierung der Wertschöpfungsketten in der gesamten Region über alle Knoten hinweg. Auch in Bezug auf Kooperationen beschränkt sich die SNO nicht auf einen Knoten, sondern sucht nach knotenübergreifenden Kooperationspotenzialen und stellt sicher, dass vorhandene Synergien genutzt werden.

3. Marktkanäle
   Da die SNO eine orchestrierende Rolle beim Aufbau eines SPaCiH-Knotens und der Etablierung eines SPaCiH-Ecosystems einnimmt, sollte die Beratungsleistung der SPaCiH-Netzwerkorganisation auf einer persönlichen Ebene erfolgen. Die Gewinnung und anschließende Betreuung potenzieller Mitglieder der SPaCiH-Knoten ist äußerst komplex und erfordert daher eine intensive und flexible Kommunikation, die am schnellsten persönlich oder alternativ auf direktem Wege per Telefon oder E-Mail erfolgen kann. Gleiches gilt für die Akquise potenzieller SPaCiH-Standorte. Hier muss der Austausch mit den Ländern und Kommunen auf einer direkteren und persönlicheren Ebene erfolgen. Weitere Kanäle zur Gewinnung von Investoren für das SPaCiH-Projekt wären darüber hinaus Messen oder Fachzeitschriften. Um Kunden für die IT-Kooperationsplattform zu gewinnen, können hingegen alle gängigen Kanäle wie Social Media, Fachzeitschriften, die SPaCiH-Website sowie Mundpropaganda genutzt werden. Darüber hinaus werden Kunden auch über die einzelnen SPaCiH-Knoten gewonnen, da die Anrainer der SPaCiH-Knoten besonders von der Teilnahme an der IT-Kooperationsplattform profitieren können. Für die Betreuung dieser Kunden werden Kundenhotlines zur Verfügung gestellt, die die Nutzer der Plattform bei allen möglichen Problemen und Fragen rund um die Kooperationsplattform unterstützen können.

4. Kundenbeziehung
   Der Auf- und Ausbau einer engen und vertrauensvollen Beziehung zum Kunden ist für die SPaCiH-Netzwerkorganisation von großer Bedeutung, da sie in erster Linie eine beratende und koordinierende Funktion für das SPaCiH-Konzept übernimmt. Hier ist eine kontinuierliche und enge Zusammenarbeit mit den beteiligten SPaCiH-Knoten erforderlich, um die Kundenanforderungen richtig zu verstehen und ein passendes Konzept zu entwickeln. Auch für den Betrieb des Netzwerkes ist eine kontinuierliche und enge Zusammenarbeit zwischen den Knoten und der Netzwerkorganisation besonders wichtig, da nur so sichergestellt werden kann, dass die einzelnen Knoten zusammenarbeiten und die netzwerkübergreifenden Lieferketten und Kooperationen effizient ablaufen. Hierzu ist die in Kapitel 2.5 aufgezeigte Organisationsform vorgesehen. Über die Kooperationsplattform wird zudem das Kooperationspotenzial kontinuierlich analysiert und bewertet, wodurch ein wesentlicher Teil der Kundenbeziehung digital organisiert wird. Dabei sollen KI-Systeme zum Einsatz kommen, die die Erfassung und Modellierung möglicher Kooperationsszenarien vereinfachen.

5. Einnahmequellen

   Um den nachhaltigen Erfolg der SNO zu gewährleisten, ist es notwendig, dass die Organisation wirtschaftlich arbeitet. Einnahmen für die Netzwerkorganisation können einerseits durch Mitgliedsbeiträge generiert werden, die die SPaCiH-Knoten und deren Anrainer für die Aufnahme in das SPaCiH-Netzwerk entrichten. Andererseits bietet die SNO mit ihren eigenen Diensten (Kooperationsplattform und Netzwerkmanagement) Dienstleistungen an und kann von den Kunden weitere Dienstleistungsentgelte verlangen (vgl. Servicekatalog in Kapitel 2.4.6 und 2.4.7). Beispiele wären hier die Nutzung spezieller Dienste der Kooperationsplattform (Predictive Analytics oder Supply Chain Event Management (SCEM)) oder die Buchung

bestimmter Managementleistungen (Beratung oder Zertifizierungsangebote). Innerhalb der Kooperationsplattform wären auch Einnahmen durch Werbeeinblendungen oder durch Vermittlung denkbar. Hier müsste jedoch die Anzahl und Auswahl der Werbe- und Vermittlungspartner eng mit dem SPaCiH-Management abgestimmt werden, um einen maximalen Mehrwert für das gesamte Netzwerk zu erzielen. Darüber hinaus ist es vor allem in der Anfangsphase des SPaCiH-Netzwerkes denkbar, dass Einnahmen durch öffentliche Fördermittel generiert werden können, da das SPaCiH-Netzwerk einen positiven Beitrag zur Steigerung der Nachhaltigkeit und damit auch für die Öffentlichkeit leistet.

6. Schlüsselressourcen
   Die SNO ist in erster Linie ein Dienstleistungsunternehmen, das den flächendeckenden Aufbau und die Entwicklung der einzelnen SPaCiH-Knoten orchestriert. Dementsprechend ist die wichtigste Schlüsselressource das Personal, das über Expertenwissen für den Aufbau und die Entwicklung solcher Netzwerke verfügt. Darüber hinaus stellt die Kooperationsplattform eine weitere wichtige Schlüsselressource der SPaCiH-Netzwerkorganisation dar, da der Zugang zu den Dienstleistungen der Plattform sowie deren Leistungsportfolio durch die übergeordnete Organisation bestimmt wird. Als weitere Schlüsselressource ist der Besitz der SPaCiH-Lizenz und des damit verbundenen Markenrechtes zu nennen. Der öffentliche Auftritt als SPaCiH-Knoten ist somit nur denjenigen Gewerbegebieten, Industrie-, Logistik- und Gewerbeparks sowie Häfen vorbehalten, die sich zuvor für das SPaCiH-Konzept qualifiziert haben. Hier sollte ein entsprechendes Zertifizierungssystem für unterschiedliche SPaCiH-Typen etabliert werden, das die Eignung potenzieller SPaCiH-Knoten bewertet.

7. Schlüsselaktivitäten
   Zu den Kernaktivitäten zählen in erster Linie alle unterstützenden Prozesse, die dem Aufbau eines SPaCiH-Knotens und damit eines SPaCiH-Ecosystems dienen. Dazu gehören u.a. Beratungsaufgaben zur Findung der geeigneten Rechtsform, die Festlegung des Finanzierungsmodells sowie die Planung der notwendigen Infrastruktur. Darüber hinaus wird im Rahmen der Knotenentwicklung das geeignete SPaCiH-Ökosystem-Schema ermittelt und das Kooperationspotenzial zwischen den Anrainern bewertet, um möglichst schnell erste Kooperationsmaßnahmen umsetzen zu können. Bei neuen Standorten wird die Umsetzung in der Regel über Entwicklungsgesellschaften erfolgen (vgl. Kapitel 2.4.4). Die SNO kann sowohl bei der Gründung dieser Gesellschaften als auch bei Planungs- und Genehmigungsverfahren, Gutachten und der Beantragung von Fördermitteln unterstützend tätig werden.
   Neben diesen Dienstleistungen gehört das Netzwerkmanagement des gesamten SPaCiH-Netzwerkes zu den Kernaufgaben der SNO. Dies beinhaltet zum einen die langfristige und strategische Entwicklung des gesamten SPaCiH-Netzwerkes. In Bezug auf die strategische Entwicklung bedeutet dies beispielsweise, dass Entscheidungen getroffen werden, wie sich das Netzwerk in Zukunft weiterentwickeln will, welche Maßnahmen dafür in Zukunft ergriffen werden müssen und welche Partner dafür notwendig sind. In Bezug auf den Betrieb des Netzwerkes übernimmt die SPaCiH-Netzwerkorganisation beispielsweise die netzwerkübergreifenden Marketingaktivitäten und das Partnermanagement. Dies bezieht sich jedoch auf Prozesse, die das gesamte SPaCiH-Netzwerk betreffen. Auch die generische Beratung, Weiterbildung und Zertifizierung in den einzelnen SPaCiH-Knoten wird flächendeckend von der SNO übernommen. Eine weitere wichtige Kernaktivität ist die Bereitstellung, Pflege sowie operative und strategische Weiterentwicklung der Kooperationsplattform. Hierzu gehört u.a. die Pflege des Funktionsportfolios der

Kooperationsplattform, da sich die stetigen Marktentwicklungen sowie Veränderungen im SPaCiH-Netzwerk unmittelbar auf die Anforderungen an die Plattform auswirken.

8. Schlüsselpartnerschaften
   Die Schlüsselpartnerschaften können aus den Akteuren des SNO Business Ecosystems (Kapitel 2.4.4) abgeleitet werden. Die wichtigsten Partner sind die SPaCiH-Knoten. Je nach Art der gewählten Institutionalisierung können sie z.B. sogar Franchisenehmer oder Gesellschafter der SNO sein. Dass die SPaCiH-Knoten gleichzeitig Kunden und Schlüsselpartner im Geschäftsmodell sind, stellt keinen Widerspruch dar. Vielmehr spiegelt es die moderne Sichtweise eines Ökosystems wider, in dem der Kunde nicht nur Abnehmer einer bestimmten Leistung ist, sondern gleichzeitig als Wertschöpfungspartner Impulse für die Weiterentwicklung des Wertschöpfungsnetzwerkes liefert. Die Zusammenarbeit sollte sich jedoch nicht nur auf das SPaCiH-Netzwerk beschränken, weshalb auch andere Häfen, GVZ und sonstige logistische Knoten und Gewerbeparks wichtige Partner der SPaCiH-Netzwerkorganisation sind. Insbesondere sollen die wesentlichen Transportkorridore in Deutschland und Europa abgebildet werden. Darüber hinaus gehören auch das Land und die Kommunen zu den wichtigen Partnern, da sie mit ihren Gesetzen und Auflagen einen großen Einfluss auf das SPaCiH-Netzwerk haben. Wichtig für das Netzwerk sind aber auch die Anbieter und Betreiber der Verkehrsinfrastruktur, da vor allem zwischen den einzelnen Knotenpunkten des SPaCiH-Netzwerkes die Logistik möglichst auf Bahn und Binnenschiff verlagert werden soll. Darüber hinaus spielen Partnerschaften mit IT-Dienstleistern insbesondere im Hinblick auf die Kooperationsplattform eine zentrale Rolle. Dabei handelt es sich sowohl um Partnerplattformen, deren Dienste und Informationen in die Kooperationsplattform integriert werden, als auch um IT-Dienstleister, die Hard- und Softwarekomponenten für den Betrieb der eigenen Kooperationsplattform zur Verfügung stellen. Da ein SPaCiH im Rahmen einer nachhaltigen Energieversorgung auch als Strom- und Wärmeerzeuger auftritt, ist die Kooperation mit Energieunternehmen (wie z.B. RWE oder regionalen Stadtwerken) von essenzieller Bedeutung.

9. Kostenstrukturen
   Ähnlich wie bei den Schlüsselressourcen verhält es sich mit den Kosten. Einer der wichtigsten Faktoren für die SNO sind die Personalkosten sowie die Büroinfrastrukturkosten für die Gebäudeausstattung. Zudem stellen die IT-Infrastrukturkosten für den Betrieb der Kooperationsplattform eine zentrale Kostengröße dar. Darüber hinaus ist auch das zentrale Marketing der SNO sehr kostenintensiv, da der Aufbau der Marke sowie die anschließende Vermarktung verschiedene Zielgruppen anspricht und somit mit einem hohen Aufwand verbunden ist.

3.1.4.2 SPaCiH-Knoten-Organisation (SKO)

Die SPaCiH Knotenorganisation (SKO) kann, wie in Kapitel 2.4.3 beschrieben, verschiedene Rollen einnehmen. Sie ist mindestens Mitglied des SNO Business Ecosystems und Orchestrator des lokalen Business Ecosystems. Darüber hinaus kann eine SKO auch die Betreibergesellschaft des Standortes sein, die neben dem Parkmanagement ggf. auch Eigentümer von Grundstücken und Infrastruktur ist sowie ggf. zentrale Support-Services erbringt. Ein Smart Park City Hub kann sich je nach lokalen Gegebenheiten aus unterschiedlichen Akteuren zusammensetzen, unterschiedlich organisiert sein und sich auf unterschiedliche Serviceportfolios spezialisieren (vgl. Kapitel 2.4). Dadurch können sich innerhalb eines SPaCiHs vielfältige Geschäftsmodelle entwickeln, die jedem SPaCiH einen eigenen Charakter verleihen (z.B. Use Case Foodhub in Kapitel 2.8.2). Somit muss das Geschäftsmodell für den spezifischen Einzelfall definiert werden. Dennoch soll im Folgenden exemplarisch ein generischer Ansatz

skizziert werden, der das idealtypische Konzept eines Smart Park City Hubs widerspiegelt. Das Geschäftsmodell des SPaCiHs gibt dabei den Rahmen für die Entwicklung eines auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Standortes vor, der die Wertschöpfung und nachhaltige Versorgung in einer Region fördern soll. Die konkrete Ausgestaltung obliegt dem lokalen Business Ecosystem.

Abbildung 3-10: Business Model Canvas – SPaCiH-Knotenorganisation (SKO)

1. Kundensegmente
   Die Kunden des SKO sind im Wesentlichen die Akteure des lokalen Business Ecosystems, aber auch die SNO. Primäre Kunden sind die am Standort angesiedelten Anrainer. Wie in Kapitel 2.4 ausführlich beschrieben, hängt das angebotene Leistungsportfolio von der SPaCiH-Konfiguration ab. Für die übrigen Akteure des Business Ecosystems hat die SKO eine beratende und koordinierende Funktion. Dies gilt auch für Unternehmen, die an einer Mitgliedschaft im Business Ecosystem oder an einer Ansiedlung im SPaCiH interessiert sind. Für die SNO kann die SKO z.B. ein Innovationsprojekt ausarbeiten, das dann über die SNO an anderen SPaCiH-Standorten ausgerollt wird.

2. Wertversprechen
   Ein SPaCiH-Knoten bietet sowohl den Anrainern als auch den Unternehmen in der Region zahlreiche Vorteile. Dazu gehört insbesondere der Zugang zu einem synergetischen und nachhaltigen SPaCiH-Ecosystem. Innerhalb des SPaCiH-Ecosystem übernimmt eine Managementinstanz die Aufgabe des Synergiemanagements und der Kooperationsförderung. Ziel ist es, neue Synergiepotenziale zu entdecken und bestehende Potenziale voll auszuschöpfen, um daraus einen Mehrwert für alle Anrainer und Unternehmen in der Region zu schaffen. Konkret kann dies bedeuten, dass die am Ökosystem beteiligten Unternehmen zusätzliche Umsätze generieren, Kosten senken oder generell von innovativen Geschäftsmöglichkeiten profitieren können. Darüber hinaus können die Anrainer, insbesondere im Bereich der Logistik, vom Netzwerkeffekt des SPaCiHs profitieren und so Bündelungspotenziale und Kosteneinsparungen realisieren und damit sowohl Emissionen als auch Verkehr in der Region reduzieren. Damit stellt ein SPaCiH u.a. sicher, dass die Nachhaltigkeitsanforderungen heute und in Zukunft gewährleistet sind. Das Werteversprechen einer nachhaltigen Energieversorgung richtet sich insbesondere an die Anrainer der jeweiligen SPaCiH-Knoten, die von dem positiven und nachhaltigen Image des SPaCiH-Konzeptes profitieren. Darüber hinaus kann im Falle einer autarken Energieversorgung und eines

Energieüberschusses die überschüssige Energie (Strom und Wärme) an die umliegende Region abgegeben werden. So soll eine Symbiose zwischen Stadt und Industrie entstehen. Das Parkmanagement des SPaCiH-Knotenpunktes erarbeitet dazu in Zusammenarbeit mit den Anrainern ein Energieversorgungskonzept, in dem die Potenziale und Umsetzungsmöglichkeiten der autarken Energieversorgung im SPaCiH definiert werden. Darüber hinaus soll den Anrainern der Zugang zum Marktplatz durch die Einbindung in das SPaCiH-Ecosystem erleichtert werden. Die Anrainer sollen von der Marke SPaCiH, dem gemeinsamen Marktauftritt und den Netzwerkeffekten profitieren.

3. Marktkanäle
   Die Vergabe von Flächen und Gebäuden an potenzielle Anrainer richtet sich nach der Ausrichtung des SPaCiH-Knotens und den dort benötigten Dienstleistungen und Services sowie nach den Synergiepotenzialen, die sich durch die Ansiedlung von Unternehmen im SPaCiH ergeben. Die Ansprache potenzieller Unternehmen erfolgt daher in der Regel persönlich, da damit eine enge Zusammenarbeit verbunden ist. Darüber hinaus sollte ein SPaCiH-Knoten aber auch im Internet mit einer eigenen Website oder in sozialen Medien wie LinkedIn vertreten sein, um die Präsenz nach außen zu erhöhen und auch die Öffentlichkeit über die Erfolge und den positiven Beitrag des SPaCiH-Knotens zur nachhaltigen Entwicklung der Region zu informieren. Darüber hinaus können diese Medien auch genutzt werden, um neue potenzielle Anrainer zu gewinnen.

4. Kundenbeziehung
   Für einen SPaCiH-Knoten ist eine enge Beziehung zu den Kunden, die hauptsächlich aus Anrainern bestehen, sehr wichtig, da das Parkmanagement des Knotens dafür verantwortlich ist, ein synergetisches und kooperatives Umfeld zu schaffen. Die Initiierung von Kooperationen und die anschließende Moderation gehören zu den Kernaufgaben des SPaCiH-Knotens, die nur durch eine enge und kontinuierliche Beziehung zu den Anrainern erreicht werden kann. Darüber hinaus kann das Synergiepotenzial des SPaCiH-Knotens nur dann voll ausgeschöpft werden, wenn eine transparente und vertrauensvolle Beziehung zwischen dem Knotenmanagement und den Anrainern geschaffen wird.

5. Einnahmequellen
   Die Einnahmequellen hängen stark von der SPaCiH-Konfiguration in Bezug auf die Rolle der SKO und das spezifische kostenpflichtige Leistungsportfolio ab. Ergänzend dazu sind öffentliche Förderungen durch die Kommunen denkbar. Kommunen könnten gezielt finanzielle Fördermaßnahmen initiieren, um die Attraktivität der eigenen Stadt zu steigern. Ist die SKO auch Betreibergesellschaft des Standortes, ist als primäre und konstante Einnahmequelle die Anliegergebühr zu nennen. Dabei zahlen die Anrainer eine festgelegte Gebühr an die Betreibergesellschaft und erhalten im Gegenzug Nutzungsrechte an Flächen, Gebäuden, Ressourcen sowie Zugang zur Kooperationsplattform. Übernimmt die Betreibergesellschaft auch zentrale Support Services, wie z.B. die Vermietung von Maschinen/ Anlagen/ Fahrzeugen oder Ladehilfsmittel, wäre dies eine zusätzliche Einnahmequelle.

6. Schlüsselressourcen
   Der Aufbau und Betrieb eines SPaCiHs ist nur unter Einsatz bestimmter Ressourcen möglich. Da der SPaCiH-Knoten von einem lokalen Parkmanagement koordiniert und verwaltet wird, kann das Personal als zentrale Ressource genannt werden. Wenn der SPaCiH-Knoten zudem Eigentümer der Flächen und Gebäude ist, sind diese ebenfalls als wichtige Schlüsselressourcen zu nennen. Ein zentraler Anreiz für Anrainer, ihre Supply Chain über einen SPaCiH-Knoten

abzuwickeln, ist die verkehrsinfrastrukturelle Anbindung sowie die im Knoten vorhandene Umschlagsinfrastruktur. Diese Schlüsselressourcen ermöglichen die Verlagerung von Transporten auf die Schiene und die Wasserstraße und reduzieren somit die Verkehrsbelastung in der Region. Mit der Ansiedlung im SPaCiH-Knoten ist auch der Zugang und die Nutzung der Kooperationsplattform verbunden, die von der SPaCiH-Netzwerkorganisation zur Verfügung gestellt wird.

7. Schlüsselaktivitäten
   Während die SPaCiH-Netzwerkorganisation den Aufbau eines SPaCiH-Knotens unterstützt, ist das Parkmanagement für den Betrieb des Knotens verantwortlich. Dies beinhaltet in erster Linie das Management der gesamten SPaCiH-Infrastruktur sowie die Weiterentwicklung der zuvor von der SPaCiH-Netzwerkorganisation initiierten Kooperationsbeziehungen zwischen den Anrainern. Hier gilt es, gemeinsam mit den Anrainern immer wieder neue Synergiepotenziale zu identifizieren und erfolgreich zu entwickeln. Dazu gehört eine kontinuierliche Moderation im SPaCiH-Knoten. Dies kann z.B. durch regelmäßige Innovations- oder Business-Labs mit den Anrainern erfolgen. Nach außen hin übernimmt das Parkmanagement des SPaCiH-Knotens auch die Aufgabe des Marketings sowie des Partnermanagements. Ziel ist es, die Attraktivität des Standortes zu steigern und die Beziehungen zu wichtigen Partnern zu pflegen. Dazu gehören unter anderem Kommunen, Infrastrukturanbieter aber auch die anderen SPaCiH-Knoten. Bezüglich des Marketings wird ein Teil des allgemeinen (SPaCiH) Marketings bereits von der Netzwerkorganisation durchgeführt. In jedem Knoten ist jedoch eine zusätzliche Marketinginstanz erforderlich, die ihre Marketingaktivitäten auf die Region ausrichtet und die Besonderheit und Spezialisierung des eigenen Standortes hervorhebt. Auf diese Weise soll jeder SPaCiH-Knoten ein individuelles Image erhalten, das jedoch in der Gesamtschau des Netzwerkes ein einheitliches Bild nach außen abgibt. Beratung, Weiterbildung und Zertifizierung können als zusätzliche Schlüsselaktivitäten betrachtet werden, wenn sie vom lokalen Parkmanagement angeboten werden. Dies betrifft insbesondere standortspezifische Wertschöpfungsaktivitäten (z.B. H2-Hub oder Food-Hub), die nicht notwendigerweise in jedem SPaCiH enthalten sind.

8. Schlüsselpartnerschaften
   Die Erfüllung des Wertversprechens erfordert die Einbindung wichtiger Schlüsselpartner. Dies sind in erster Linie die Mitglieder des SPaCiH-Ecosystems. Insbesondere die Anrainer (vgl. Kapitel 2.4.3), aber auch andere SPaCiH-Knoten, Güterverkehrszentren sowie Gewerbe- und Industrieparks sind wichtige Partner, da die Warenströme idealerweise entlang der gesamten Wertschöpfungskette und nicht nur innerhalb eines SPaCiH-Knotens optimiert werden sollen. Daher sind eine enge Abstimmung und ein transparenter Austausch mit diesen Partnern notwendig. Darüber hinaus sind auch die Kommunen wichtige Partner, da viele Entscheidungen der kommunalen und politischen Unterstützung bedürfen. So kann z.B. die Verkehrsverlagerung auf nachhaltige Verkehrsmittel in der City-Logistik nur durch entsprechende Regelungen der Kommune ihr größtes Potenzial entfalten. Im Falle der Versorgung der Region mit Lebensmitteln sind im Rahmen des Food-Hub Use-Cases auch die regionalen Landwirte als Partner einzubeziehen. Um die innovativen Ressourcen der Region voll auszuschöpfen, können darüber hinaus regionale Hochschulen und Start-ups als Innovationstreiber in den SPaCiH-Knoten eingebunden werden. Auf diese Weise sollen innovative Geschäftsmodelle und Technologien zunächst theoretisch und anschließend praktisch im SPaCiH-Knoten erprobt werden.

9. Kostenstrukturen
   Die Kostenstruktur der SKO hängt von der SPaCiH-Konfiguration ab und muss im Einzelfall bestimmt werden. Als Hauptkostentreiber eines SPaCiH-Knotens können beispielsweise das Personal sowie die Flächen und Gebäude, die für die Ansiedlung und spätere Verwaltung der Unternehmen notwendig sind, genannt werden. Dazu gehören sowohl die anfänglich sehr hohen Investitionskosten als auch die späteren Betriebskosten, die für die Aufrechterhaltung der gesamten Infrastruktur notwendig sind. Darüber hinaus fallen auch Kosten für das Knotenmarketing an, das seine Aktivitäten auf die Vermarktung des eigenen Standortes ausrichtet.

3.1.4.3 SPaCiH-Sharing-Services – Ladungsträgerpooling

Das in Kapitel 2.4.6 und 2.4.7 dargestellte Leistungsspektrum stellt zum Teil komplexe Leistungsbündel dar, die in sich geeignet sind, darauf ein eigenes Geschäftsmodell aufzubauen. Dies ist beispielsweise bei den „Sharing Services“ der Fall. Grundsätzlich soll mit der Etablierung von Sharing Services das Ziel einer synergetischen Wertschöpfung und Logistik verfolgt werden. Die gemeinsame Nutzung von Assets soll die Auslastung vorhandener Ressourcen im SPaCiH erhöhen, TUL-Prozesse verschlanken und ggf. den Asset-Eigentümern eine zusätzliche Einnahmequelle ermöglichen. Assets können Transportfahrzeuge, Ladungsträger, Lager- und Laderaumflächen, aber auch Anlagen aus der wertschöpfenden Produktion (Druckluft, 3D-Druck) sein. Da die Abbildung aller möglichen Sharing Services in einem BMC zu komplex und unübersichtlich wäre, wird im Folgenden der Fokus auf das Ladungsträgerpooling gelegt. Dieser spezielle Baustein der Sharing Services ist im SPaCiH besonders relevant, da das SPaCiH als Güterdrehscheibe im Netzwerk fungiert und in verschiedenen Transportszenarien unterschiedliche Ladungsträger zum Einsatz kommen. Da bei allen Anrainern und ggf. externen Wertschöpfungspartnern zum Teil ähnliche logistische Prozesse ablaufen und dabei universelle Ladungsträger zum Einsatz kommen, ist das Ladungsträgerpooling ein sehr relevanter Business Case für das SPaCiH. Allerdings gibt es auch beim Ladungsträgerpooling zahlreiche Varianten bezüglich des Geschäftsmodells, was die Definition eines konkreten BMC erschwert. Dies betrifft beispielsweise die Frage, wem die Ladungsträger gehören und wer für deren Koordination verantwortlich ist. Zum einen kann ein externer Ladungsträgerdienstleister mit der Bereitstellung und Koordination beauftragt werden. Dies hat den Vorteil, dass solche Dienstleister bereits am Markt existieren und auch außerhalb des SPaCiH-Netzwerkes agieren, wodurch die kritische Masse für das Ladungsträgerpooling schneller erreicht wird. Alternativ kann das SPaCiH die Koordination des Poolings übernehmen, während die Anrainer die Ladungsträger zur Verfügung stellen. Sollten auch die Anrainer nicht über einen Ladungsträgerpool verfügen, besteht noch die Möglichkeit, dass das SPaCiH die Ladungsträgerressourcen eigenständig aufbaut. Dies sollte jedoch als letzte Option in Betracht gezogen werden. Je nachdem, welche Variante gewählt wird, hat dies direkte Auswirkungen auf die Rolle und den Wertschöpfungsbeitrag des SPaCiHs. Zu den gängigsten Ladungsträgern zählen Container, Europaletten, Gitterboxen sowie verschiedene Arten von Behältern. Darüber hinaus können im SPaCiH-Netzwerk auch spezielle standardisierte SPaCiH-Behälter zum Einsatz kommen. Diese unterschiedlichen Ladungsträger sollen sowohl im SPaCiH-Knoten als auch im SPaCiH-Netzwerk gemeinsam genutzt werden. Das Geschäftsprinzip und Werteversprechen des Sharing von Ladungsträgern kann grundsätzlich in ähnlicher Logik auf andere Assets übertragen werden.

Abbildung 3-11: Business Model Canvas – Ladungsträgerpooling

1. Kundensegmente
   Der Sharing-Service des Ladungsträger-Poolings richtet sich in erster Linie an die Anrainer der SPaCiH-Knoten, die sich überwiegend aus Logistikdienstleistern, Industrie- und Handwerksbetrieben sowie dem Handel zusammensetzen. Durch die räumliche Nähe der Unternehmen soll das Synergiepotenzial der gemeinsamen Ressourcennutzung bestmöglich ausgeschöpft werden. Dabei ist es kein Widerspruch, dass die Anrainer sowohl Kunden als auch Schlüsselpartner im BMC sein können. Denn um das Ladungsträgerpooling erfolgreich zu etablieren, müssen die Anrainer zunächst überzeugt und für das Vorhaben gewonnen werden. Je nach Ausprägung des Geschäftsmodells können dieselben Anrainer ihre Ladungsträger auch anderen Anrainern im Netzwerk zur Verfügung stellen und somit gleichzeitig als Kunde und Wertschöpfungspartner auftreten. Der Erfolg des Ladungsträger-Poolings hängt von der Größe und Kooperationsbereitschaft der Akteure im Netzwerk ab. Als weitere Kundengruppen sind auch externe Unternehmen außerhalb des SPaCiH-Knotens bzw. SPaCiH-Netzwerkes denkbar, die z.B. in der vor- und nachgelagerten Lieferkette der einzelnen Anrainer agieren und ebenfalls über einen Ladungsträgerpool verfügen.

2. Wertversprechen
   Das zentrale Werteversprechen dieses Geschäftsmodells ist die synergetische und unternehmensübergreifende Nutzung von Ladungsträgern innerhalb des SPaCiH-Netzwerkes. Unternehmen in Gewerbegebieten bauen häufig unabhängig von benachbarten Unternehmen eigene Ladungsträgerkapazitäten auf, obwohl zum Teil gleiche oder ähnliche Ladungsträger eingesetzt werden. Gründe hierfür sind zum einen die fehlende Transparenz über die Verfügbarkeit von Ladungsträgern außerhalb des eigenen Unternehmens, zum anderen der enorme Koordinationsaufwand, um die Ladungsträger zwischen den Unternehmen so zu disponieren, dass jedem Unternehmen ausreichend Ladungsträger zur Verfügung stehen. Während der Koordinationsaufwand innerhalb der eigenen Unternehmensgrenzen überschaubar ist, steigt die Komplexität in einem Netzwerk, in dem Ladungsträger von mehreren Unternehmen gemeinsam genutzt werden, stark an. Zur Bewältigung dieser Komplexität soll die Kooperationsplattform eingesetzt werden. Sie soll die Vernetzung zwischen den Unternehmen herstellen und einen transparenten Informationsfluss ermöglichen. Innerhalb dieser Kooperationsplattform soll das Ladungsträgerpooling digital organisiert werden. Ziel ist es, jedem Anrainer einen kostengünstigen, flexiblen und zuverlässigen Zugang

zu Ladungsträgern zu ermöglichen und ihm gleichzeitig die Möglichkeit zu geben, eigene freie Ladungsträger dem Netzwerk zur Verfügung zu stellen, um seine Lagerkapazitäten für ungenutzte Ladungsträger zu reduzieren. Darüber hinaus zielt das Ladungsträgerpooling insbesondere auf die Vermeidung von Leerfahrten ab. Die notwendigen Rücktransporte der Ladungsträger sollen durch die Bündelungseffekte besser ausgelastet werden. Da jeder Anrainer freie Ladungsträger zur Verfügung stellen kann, entsteht für ihn eine zusätzliche Einnahmemöglichkeit. Durch die digitale Organisation des Ladungsträger-Poolings über die Kooperationsplattform entsteht zusätzlich das Werteversprechen der transparenten Rückverfolgbarkeit der Ladungsträger, die mittels RFID und IoT-Geräten realisiert wird.

3. Marktkanäle
   Da sich das Ladungsträgerpooling in erster Linie an die Anrainer richtet, ist die Überzeugung des Werteversprechens am einfachsten durch direkte und persönliche Kommunikation zu erreichen. Die Etablierung der Philosophie der Sharing Economy ist eines der grundlegenden Ziele der SPaCiH-Netzwerkorganisation. Die damit verbundenen Potenziale lassen sich am besten in gemeinsamen Workshops erarbeiten, die idealerweise auf persönlicher Ebene stattfinden sollten, da hier die Kundengewinnung zielgerichteter erfolgen kann. Nach der erfolgreichen Gewinnung der Anrainer für das Geschäftsmodell gilt es, auch die Partnerunternehmen in der Lieferkette zu überzeugen. Dies kann zum einen direkt über die SPaCiH-Netzwerk- bzw. Knotenorganisation erfolgen oder aber über die Anrainer selbst. Weitere externe Kunden außerhalb des SPaCiH-Netzwerkes können zusätzlich über soziale Netzwerke, einen eigenen Internetauftritt sowie über Fachzeitschriften erreicht werden. Der Erfolg der externen Kundenakquise hängt jedoch von einer erfolgreichen Etablierung des Ladungsträger-Poolings innerhalb des SPaCiH-Netzwerkes ab. Denn nur wenn das Pooling innerhalb des SPaCiH-Knotens und zwischen den SPaCiH-Knoten gut funktioniert, werden externe Partner weniger Berührungsängste haben und eine höhere Teilnahmebereitschaft zeigen.

4. Kundenbeziehung
   Die Koordination des Ladungsträger-Poolings erfordert eine intensive, kontinuierliche, direkte und schnelle Zusammenarbeit der Anrainer untereinander sowie mit der Dach- und Knotenorganisation SPaCiH und ggf. einem externen Ladungsträger-Dienstleister. Da das SPaCiH als Orchestrator des Sharing Service agiert, muss die Kundenbeziehung mit allen Beteiligten intensiv aufgebaut und gepflegt werden. Ein Großteil der Kundenbeziehung wird nach erfolgreicher Kundenakquise auch digital über die Kooperationsplattform abgewickelt. Über die Kooperationsplattform tauschen die Partner ihre Daten untereinander aus und können darüber kommunizieren.

5. Einnahmequellen
   Um den Sharing-Service des Ladungsträger-Poolings nutzen zu können, ist zunächst eine Anbindung an die Kooperationsplattform erforderlich. Grundsätzlich sind verschiedene Erlösmodelle zur Ausgestaltung eines Geschäftsmodells möglich.[360] Eine für diesen Service geeignete Ausprägung ist, dass für den Zugang zur Kooperationsplattform regelmäßige Servicegebühren vom Betreiber erhoben werden. Die teilnehmenden Unternehmen können einerseits ihren Bedarf an Ladungsträgern über die Plattform decken und andererseits Überhänge anbieten. Die eigentlichen Einnahmen des Ladungsträger-Poolings werden durch Transaktionsgebühren generiert. Dies bedeutet, dass bei jeder erfolgreichen Transaktion/

[360] Vgl. (Buchholz & Bürger, 2020).

Vermittlung der Plattformbetreiber (z.B. die SPaCiH-Netzwerkorganisation) einen bestimmten Anteil an den Gebühren erhält. Gleichzeitig werden die Ladungsträgeranbieter für ihre Bereitstellungsleistung entsprechend vergütet. Die Art der Vergütung kann unterschiedlich sein. Am geeignetsten erscheint jedoch das Pay-per-Use-Prinzip, bei dem der Kunde nur für die tatsächliche Nutzung bezahlt. Eine weitere Einnahmemöglichkeit im Geschäftsmodell kann die Beratungsleistung im Ladungsträgerpooling sein. Konkret sollen Unternehmen bei der Auswahl der am besten geeigneten Ladungsträger unterstützt werden, um die damit verbundenen Prozess- und Kostenstrukturen zu verbessern. Darüber hinaus fallen beim Einsatz von Ladungsträgern unweigerlich Reparatur- und Reinigungsaufgaben an. Dieses Dienstleistungsangebot stellt auch eine ideale zusätzliche Einnahmequelle im Geschäftsmodell dar.

Wie hoch die Einnahmen sein werden, hängt davon ab, wie viel die Kunden für den Service zu zahlen bereit sind und wie hoch die Kosten für das Ladungsträgerpooling sind. Sollte der organisatorische und technische Aufwand für das Ladungsträgerpooling zu hoch sein und sich entsprechend negativ in den Kosten niederschlagen, könnte der Service über die SPaCiH-Anrainergebühren sowie die SPaCiH-Mitgliedsbeiträge (der SPaCiH-Knoten) mitfinanziert werden.

6. Schlüsselressourcen

   Als Schlüsselressource sind in erster Linie die Netzwerkpartnerschaften zu nennen, die das Pooling erst ermöglichen. Für ein erfolgreiches Ladungsträgerpooling ist eine gewisse kritische Masse erforderlich, um bestmögliche Bündelungseffekte zu erzielen. Die Netzwerkpartnerschaften umfassen dabei nicht nur das eigene SPaCiH-Netzwerk, sondern auch externe Partner mit ihren eigenen Netzwerken. Eine weitere wichtige Schlüsselressource ist der Zugang zur Kooperationsplattform und die darin enthaltene technische Umsetzung des Pooling-Dienstes. Erst durch den Einsatz von Algorithmen und KI-Systemen sowie Lokalisierungstechnologien (RFID/ IoT) können die Bündelungseffekte ihr volles Potenzial entfalten und ein unternehmensübergreifendes und vernetztes Ladungsträgerpooling ermöglichen. Stellt der SPaCiH in der speziellen Ausprägung des Geschäftsmodells die Ladungsträger selbst zur Verfügung, sind diese ebenfalls als Schlüsselressource zu nennen.

7. Schlüsselaktivitäten

   Die gemeinsame Nutzung von Assets und deren vollständige Auslastung sind Zielszenarien bei der Etablierung von Sharing-Services. Um diesen Zielzustand zu erreichen, müssen die Prozesse des Ladungsträgermanagements transparent und messbar abgebildet werden. Darauf aufbauend ist die Berechnung, Bewertung und Auswahl der bestmöglichen Pooling-Szenarien eine der wichtigsten Schlüsselaktivitäten dieses Geschäftsmodells. Die Ergebnisse dieser Aktivitäten sind entscheidend für den Erfolg des Ladungsträger-Poolings. Da zahlreiche Parameter aus verschiedenen Unternehmen und Netzwerken gleichzeitig berücksichtigt werden müssen, kann diese Schlüsselaktivität am besten durch entsprechende Algorithmen und KI-Systeme durchgeführt werden. Dies soll im Rahmen der Kooperationsplattform erfolgen. Die Beratung bei der Einführung und dem Betrieb des Ladungsträger-Poolings gehört ebenfalls zu den Schlüsselaktivitäten des Geschäftsmodells. Sollte es beim Pooling zu Komplikationen kommen (z.B. keine Verfügbarkeit der benötigten Ladungsträger), wird die Beratungsinstanz flexibel eingreifen und Lösungen erarbeiten. Als weitere Schlüsselaktivität sind auch Reparatur und Reinigung der Ladungsträger denkbar. Diese Aktivitäten sollten von einem oder mehreren darauf spezialisierten Dienstleistern (vgl. Kapitel 2.4.3) erbracht werden.

8. Schlüsselpartnerschaften
   Um das Werteversprechen des Ladungsträger-Poolings zu erfüllen, ist die Einbindung von Schlüsselpartnern unerlässlich. Die wichtigsten Schlüsselpartner sind in erster Linie die Unternehmen, die die Ladungsträger zur Verfügung stellen und die Koordination des Poolings übernehmen. Dies können zum einen die Anrainer selbst sein, die ihre Ladungsträger anderen Anrainern und externen Unternehmen zur Verfügung stellen. Möglich ist auch die Einbindung von spezialisierten Ladungsträgerunternehmen, die die Dienstleistung des Poolings anbieten. Um die Ladungsträger im gesamten Netzwerk überwachen zu können, ist zudem der Einsatz von RFID-Technologie oder IoT-Geräten erforderlich. Anbieter dieser Technologien sind daher ebenfalls als wichtige Schlüsselpartner zu nennen.

9. Kostenstrukturen
   Die größten Kostentreiber beim Ladungsträgerpooling sind die Aktivitäten, die mit dem Koordinationsaufwand verbunden sind. Dazu gehörten die Berechnung und Bewertung der bestmöglichen Pooling-Effekte, die durch Menschen und Algorithmen bzw. KI-Systemen berechnet werden. Die Entwicklung und Pflege eines solchen digitalen Lösungssystems ist mit hohen Kosten verbunden. Dazu gehören die Investitionen und Instandhaltungskosten für Ladungsträger und die entsprechenden RFID- und IoT-Technologien, mit denen die Ladungsträger ausgestattet werden. Darüber hinaus fallen Personalkosten für die Beratung sowie das Handling und den Transport der Ladungsträger an. Hinzu kommt Personal für spezielle Serviceleistungen, wie Instandhaltung und Reinigung.

3.2 Strukturplanung SPaCiH

3.2.1 Definition Strukturplanung im SPaCiH Kontext

Das Projektziel besteht darin, eine nachhaltige Gestaltung der Wirtschaftsverkehre im Zielgebiet bis zum Endkunden in urbanen und ländlichen Räumen zu erreichen. Eine Stellschraube in diesem Sinne ist das SPaCiH-Netzwerk, dessen struktureller Aufbau Gegenstand der Strukturplanung ist.

In diesem Rahmen wird zur nachhaltigen Versorgung[361] der Einwohner in NRW die optimale Anordnung der Smart Park City Hubs in NRW entlang der unterschiedlichen Modalitäten Straße, Wasser, Schiene und deren Anbindung an die Verkehrswege ermittelt. Dabei wird herausgearbeitet, welche Ladungsströme für den Transport per Binnenschiff oder Bahn verlagert werden können. Des Weiteren wird bei der Erarbeitung der optimierten SPaCiH-Standortstruktur (Standortanzahl und -position) sowohl das Redesign bestehender (Brown-Field-Analyse) als auch das Design (Green-Field-Analyse[362]) neuer City-Logistikkonzepte im Kontext optimierter Makrostrukturen zum Tragen kommen. Auf dieser Grundlage werden in Kapitel 4.2.4 die möglichen Co_2 Einsparungen ermittelt.[363]

Ein übergeordnetes Ziel ist dabei die Erstellung eines Konzeptes zur aktiven Verkehrsverlagerung von Güterströmen auf die alternativen Verkehrsträger Binnenschifffahrt und Eisenbahn zur Entlastung der Straßen. Dies soll in Verbindung mit einem für die Güterfeinverteilung zu entwickelnden Smart-Park-City-Hub (SPaCiH) Ansatz erfolgen. Die Umsetzung einer möglichst nachhaltigen Versorgung der Einwohner in den Städten und den ländlichen Regionen in NRW hängt maßgeblich von dem logistischen Netzwerk ab, über welches die Versorgung erfolgt. Wie in Abbildung 3-12 aufgezeigt, kann dieses Netzwerk in die Bereiche überregional, regional und lokal (Feinverteilung) gegliedert werden. Schwerpunkt ist es, die Abwicklung überregionaler und regionaler Güterströme möglichst nachhaltig abzuwickeln und in die Feinverteilung zu bringen.

In der Strukturplanung soll ein Netzwerk von Smart Park City Hubs erarbeitet werden, dass die notwendige Infrastruktur für die optimierte Abwicklung der Güterströme bereitstellt. Ergebnis der Strukturplanung ist die sogenannte Standortstruktur, die bestimmt ist durch:

1. Anzahl der notwendigen SPaCiHs
2. geographische Lage der SPaCiHs
3. Zuordnung der zu versorgenden Kunden/ Einwohner (Liefergebiete)
4. Kapazitätsbedarf der SPaCiHs
5. SPaCiH-Vernetzung

Ziel der Standortplanung ist es, Standorte so zu positionieren, dass kundenorientierte Anforderungen mit den bestehenden SPaCiH-Anforderungen und externen Wettbewerbsbedingungen in Einklang gebracht werden, um den wirtschaftlichen Erfolg langfristig zu sichern.

[361] Wenn im Folgenden vereinfachend von Liefergebieten und deren Versorgung die Rede ist, wird implizit auch stets die Entsorgung der Gebiete mit angesprochen.
[362] Vgl. (Beckmann & Ries, 2020).
[363] Vgl. (Beckmann & Ries, 2020).

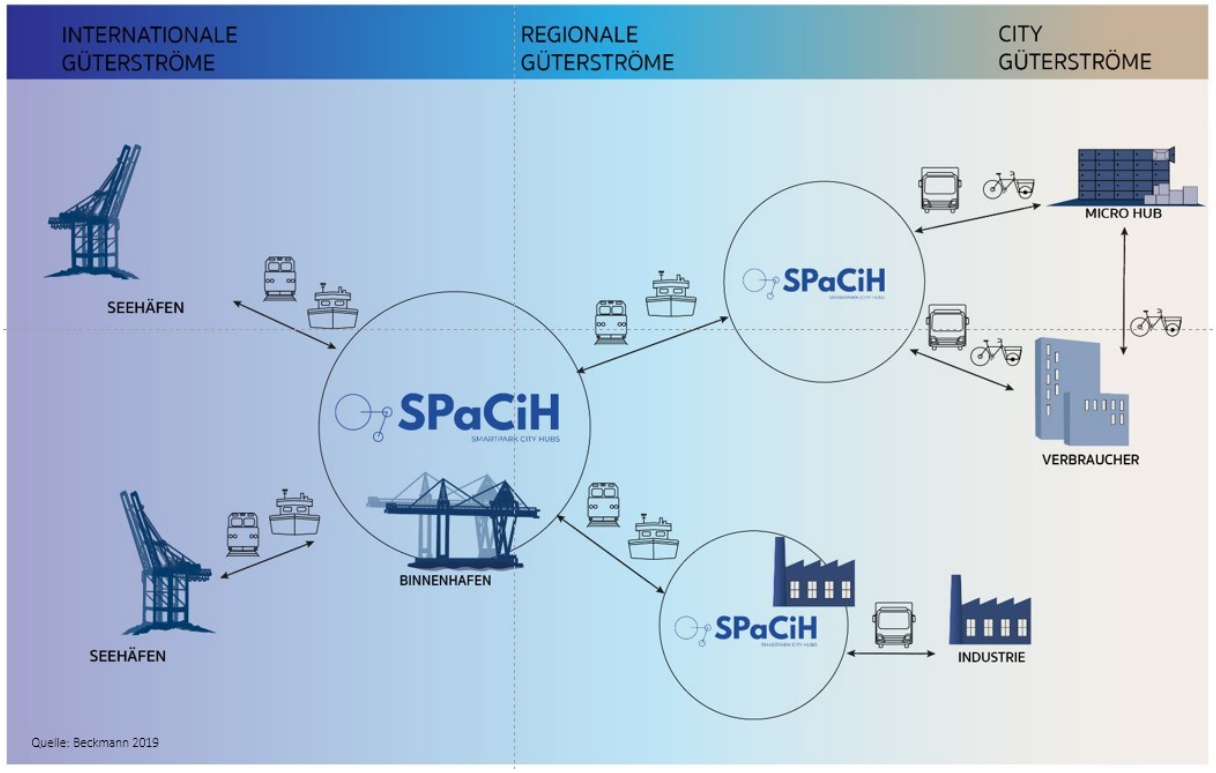


Abbildung 3-12: SPaCiH-Netzwerk

Das Smart Park City Hub-Konzept stellt einen Ansatz dar, der eine optimale Versorgung der Einwohner in NRW ganzheitlich aus einer über- und regionalen Perspektive betrachtet. In einem Top-down-Ansatz wird über diese Sicht die Versorgung von Städten bzw. der ländlichen Regionen abgeleitet. Hierzu muss eine Standortstruktur konzipiert werden, über welche die geographische Lage der notwendigen SPaCiHs definiert wird. Der geografische Ort, an dem ein SPaCiH angesiedelt ist, wird als *Standort* bezeichnet. Dabei ist derjenige Alternativstandort der optimale für ein SPaCiH, bei dem ein vorgegebenes Zielkriterium einen absoluten, maximalen oder bei Gewichtung der Kriterien vergleichsweise besten Wert erreicht. In diesem Fall wird eine hohe Abdeckung angestrebt (vgl. Kapitel 3.2.3 Ziel und Untersuchungsgegenstand der Strukturplanung).

3.2.2 Untersuchungsraum der Strukturplanung

In der Strukturplanung soll optimiertes SPaCiH-Netzwerk zur nachhaltigen Ver- und Entsorgung der Einwohner in NRW konzipiert werden. Geographisch wird der Untersuchungsraum somit auf NRW eingegrenzt. Entsprechend werden sowohl Städte/ Ballungsräume als auch der ländliche Raum in dem Versorgungskonzept berücksichtigt. Bezogen auf die Güterströme erfolgt eine Eingrenzung auf die in Kapitel 1.1 aufgezeigten Güter zur Versorgung der Einwohner. Da die Güterströme anhand statistischer Daten in Abhängigkeit von der Einwohneranzahl ermittelt wurden, wird der Optimierungsrechnung die geographische Verteilung der Einwohner in NRW zu Grunde gelegt.

3.2.3 Ziel und Untersuchungsgegenstand der Strukturplanung

Ein wesentlicher Beitrag zu einer nachhaltigen Versorgung liegt in der Verlagerung von Lkw-Verkehren auf Bahn und Binnenschiff, da hierdurch nach heutigem Stand der Technik CO_2-Emissionen signifikant reduziert und Straßen entlastet werden können (vgl. Kapitel 1). Dementsprechend zielt das SPaCiH-Konzept in seiner Idealvorstellung darauf ab, die Versorgung so weit wie möglich per Bahn und Binnenschiff zu realisieren (vgl. Abbildung 3 1: SPaCiH-Netzwerk). Die Güterströme für eine nachhaltige Versorgung sollen demnach möglichst weit per Bahn und/ oder Binnenschiff an die Versorgungsgebiete,

Stadt bzw. ländlicher Raum, herangeführt werden, um anschließend in das logistische Netz des Versorgungsgebietes eingesteuert zu werden.[364]

Weiterhin wird mit dem SPaCiH-Konzept die These vertreten, dass City Logistik Konzepte nicht im eigentlichen Wortsinn auf einzelne Städte bezogen werden sollten. Vielmehr sollten optimierte Liefergebiete um die SPaCiH-Standorte zur nachhaltigen Versorgung der Einwohner in NRW ermittelt werden. Die Versorgung sollte zudem aus der Gesamtperspektive einer Versorgungsstruktur (überregionale, regionale und lokale Güterströme (Abbildung 3-12) abgeleitet werden.

Untersuchungsziel: In der Strukturplanung soll untersucht werden, ob die aufgezeigte Idealvorstellung, unter Ableitung optimaler Liefergebiete, für eine nachhaltige Versorgung der Einwohner in NRW umsetzbar wäre. Zudem soll festgelegt werden, wie die dazu notwendige optimale SPaCiH-Standortstruktur gestaltet sein sollte: Wie viele SPaCiH-Standorte sind notwendig und an welchen geographischen Orten sind diese anzuordnen?

Um das Versorgungsziel zu erreichen, wird die redundanzfreie Abdeckung der Einwohner über die SPaCiH-Standorte als wesentliches Beurteilungskriterium herangezogen. Dabei wird die Abdeckung definiert als Anzahl der Einwohner, die innerhalb eines festgelegten Umkreises um die SPaCiH-Standorte erreicht werden können. Redundanzen in der Belieferung werden ausgeschlossen, indem Einwohner dem jeweils nächsten SPaCiH zugeordnet und somit eine redundanzfreie Abdeckung abgeleitet wird.

Ein Einflussfaktor auf die Abdeckung ist die Anzahl der Standorte. Je mehr Standorte in der Fläche verteilt werden, desto höher ist die zu erwartende Abdeckung. Die Distanz auf der Letzten Meile wird geringer, was zu einer Reduzierung der Transportkosten führt. Anderseits verursacht jeder SPaCiH-Standort Kosten, sodass dieser Trade-off zwischen Standort- und Transportkosten Teil einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Standortstrukturen ist. Aus ökologischen Gesichtspunkten geht mit jedem SPaCiH eine Flächenversiegelung einher, was für eine möglichst geringe Anzahl von SPaCiH-Standorten spricht. Beide Aspekte sind Bewertungskriterien der Standortstruktur, die sich aus den Zielen der nachhaltigen Versorgung gemäß Abbildung 1-1: Ziel des SPaCiH-Konzeptes ergeben. Eine detaillierte Untersuchung dieser Größen erfolgt nicht im Rahmen der Strukturplanung, da zunächst die grundsätzliche Umsetzbarkeit des SPaCiH-Konzeptes in NRW im Vordergrund steht. Aus den Zielen der nachhaltigen Versorgung ableitbare, ergänzende Bewertungsgrößen würden sich zur Bewertung von Umsetzungsvarianten im Rahmen einer Realisierungsplanung anbieten.

3.2.4 Vorgehensweise und Grundprinzpien bei der Standortplanung

Bei der Umsetzung einer Standortplanung sind folgende Grundprinzipien, in Anlehnung und Erweiterung nach Kettner, zu beachten:[365]

1. Prinzip der Systematik
   Die Planung des Gesamtsystems erfolgt nach den Grundsätzen vom Groben zum Feinen und vom Abstrakten zum Konkreten. Damit wird ein stufenweises, zielgerichtetes und systematisches Vorgehen im Planungsprozess sichergestellt. Dies erlaubt die strukturierte Bearbeitung von abgrenzbaren, logisch geordneten Teilschritten der Planungsaufgabe von der ***Grob- zur Feinplanung***. Im Rahmen der Methode zur Gestaltung des SPaCiH-Netzwerkes wird das Prinzip in einem mehrstufigen Planungsprozess umgesetzt. In Zuge dessen werden die SPaCiH-Standorte zunächst über eine Optimierung bestimmt und anschließend unter Nutzung von Standortfaktoren reallokiert werden.

[364] Vgl. (Beckmann & Ries, 2022).
[365] Vgl. (Kettner & Greim, 1984).

2. Variantenprinzip
   Durch bewusste Aufweitung des Lösungsraumes durch Variantenbildung wird eine kritisch-schöpferische Auseinandersetzung mit der Lösung sichergestellt. Alternativen und Einflussfaktoren auf die Varianten sollten transparent werden, sodass im Ergebnis ein fundierter Lösungskompromiss in Form einer Vorzugsvariante abgeleitet werden kann. Die Ermittlung der Basisdaten für die Versorgung der Einwohner in NRW erweist sich in der Praxis regelmäßig als schwierig, da für ein Gesamtbild, Daten von zahlreichen Akuteren, die i.d.R. kein Interesse an einer Offenlegung der Daten haben, erhoben werden müssten. Daher müssen bei der Festlegung der SPaCiH-Standortstruktur die Basisdaten auf der Grundlage realistischer Annahmen modelliert werden. Zudem ist die Versorgung einer Stadt kein statisches, sondern ein dynamisches System, d.h. die Basisdaten sind über den Zeitverlauf variabel. Um diese Aspekte zu berücksichtigen, werden zur Festlegung des SPaCiH-Netzwerkes verschiedene Varianten in Form von Szenarien ermittelt und untersucht.

3. Prinzip der Idealplanung
   Um das volle Potenzial einer Lösung auszuschöpfen, sollte zunächst eine restriktionsfreie, ideale Planung erfolgen. Die Idealplanung bildet anschließend im Rahmen der Realplanung die Ausgangsbasis zur Bestimmung realisierbarer Lösungsvarianten unter Einbezug der bestehenden Restriktionen. Hiermit werden sowohl unvoreingenommene Lösungsideen entwickelt, welche das volle Potenzial ausschöpfen können, als auch ein objektiver Beurteilungsmaßstab als Vergleichsbasis für den Zielerreichungsabstand zwischen Ideal- und Realvariante erreicht. Notwendige Lösungskompromisse und deren Potenzialverluste werden transparent und können systematisch in den Entscheidungsprozess einbezogen werden. Auf dieser Grundlage kann untersucht werden, ob es sinnvoll ist, Einfluss auf einzelne Restriktionen zu nehmen.

Für die methodische Vorgehensweise zur Gestaltung des SPaCiH-Netzwerkes leitet sich daraus ab, dass in einem *Idealplanungs-Szenario* restriktionsfrei ideale SPaCiH-Standorte ermittelt werden. Erst in einem zweiten Schritt erfolgt der Abgleich mit den Eigenschaften der verfügbaren Standortoptionen (z.B. Kapazitäten, wie Fläche, Verkehrsanbindung – vgl. Standortfaktoren Kapitel 3.2.5.1.4. Diese sogenannte Realplanung wird hier für ausgewählte Standortfaktoren in einer Metaanalyse vorgenommen (vgl. Kapitel 3.2.5.3).

3.2.5 Phasenkonzept der Standortplanung

Den grundsätzlichen Ablauf einer Standortplanung veranschaulicht Abbildung 3-13. Die Untersuchung im Rahmen des SPaCiH-Projektes bezieht sich gemäß Kapitel 3.2.3 im Wesentlichen auf die Phasen Vorbereitung und Strukturplanung[366], da es hier um eine konzeptionelle Planung der Standortstruktur sowie die Prüfung der Machbarkeit als nachhaltiges Versorgungskonzept für Stadt und Land in NRW geht. Die übrigen Phasen werden im Folgenden als Realisierungsplanung bezeichnet und sind Gegenstand eines möglichen Folgeprojektes.

[366] Eine ausführliche Beschreibung zur Strukturplanung findet sich bei (Beckmann, Prozessorientiertes Supply Chain Engineering, 2012).

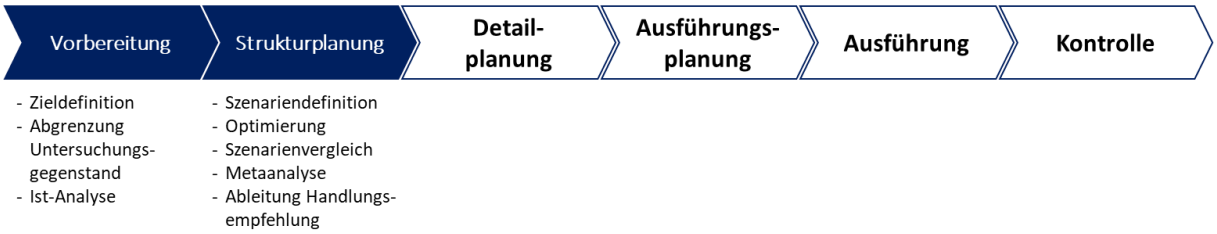


Abbildung 3-13: Phasenkonzept der Standortplanung [367]

Die **Vorbereitungsphase** umfasst die Zieldefinition (Kapitel 3.2.3), die Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes (Kapitel 3.2.2) und die Analyse der IST-Situation (Kapitel 3.2.5.1).

In der darauffolgenden Strukturplanung werden mehrere mögliche Szenarien zur Ableitung einer SPaCiH-Standortstruktur ausgearbeitet. Es wird dabei zwischen IST-, Mix- und Ideal-Szenarien unterschieden. Mit den IST-Szenarien werden auf Basis der in der IST-Analyse erfassten Standorte-Standortstrukturen gebildet und bewertet. In den Mix-Szenarien werden die IST-Szenarien optimiert und erweitert, wohingegen in den Ideal-Szenarien das oben beschriebene Prinzip der Idealplanung zur Anwendung kommt. Die Untersuchung der Szenarien erfolgt dann in der Optimierung. Die so erzielten Ergebnisse werden im Szenarien-Vergleich gegenübergestellt (Kapitel 3.2.5.2). Wie mit dem Prinzip der Idealplanung ausgeführt, werden bei den Ideal-Szenarien restriktionsfrei ideale SPaCiH-Standorte ermittelt. Erst in einem zweiten Schritt erfolgt in der Realplanung der Abgleich mit den Eigenschaften der real verfügbaren Standortoptionen. Hierzu wird eine Metaanalyse vorgenommen, in der die Ergebnisse aus mehreren Szenarien zusammengefasst werden, um daraus ein realisierbares Ergebnis abzuleiten (Kapitel 3.2.5.3). Im Anschluss erfolgen die Bewertung in Bezug auf das Untersuchungsziel sowie die Ableitung von Handlungsempfehlungen (Kapitel 3.2.5.4).

3.2.5.1 Datenerhebung, -analyse und -dokumentation

Die erforderlichen Planungsdaten für die Standortstrukturplanung sind die Folgenden:

1. ver- bzw. zu entsorgende Gütergruppen und deren Mengengerüst
2. geographische Verteilungen der zu versorgenden Einwohner
3. bestehende logistische Infrastruktur, d.h. Straßen-, Gleisnetz und Wasserstraßen
4. bestehende logistische Knoten (intermodale Standorte in NRW) mit deren logistischen Ausprägungen (wie z.B. trimodal, bimodal etc.) und Standortkoordinaten
5. potenziell nutzbare Standorte (Gewerbe-/ Industriegebiete) für das SPaCiH-Netzwerk

3.2.5.1.1 Gütergruppen und deren Mengengerüst

Die Abgrenzung und Erhebung der für das SPaCiH-Konzept relevanten Gütergruppen erfolgte bereits in Kapitel 1.1. Das dort aufgezeigte Mengengerüst wurde in Abhängigkeit von der Einwohneranzahl ermittelt. Im Rahmen der Strukturplanung wird auf Basis verschiedener Standortstrukturen die redundanzfreie Abdeckung ermittelt (vgl. Kapitel 3.2.5.2), sodass für jedes SPaCiH-Liefergebiet die erreichbare Einwohneranzahl bestimmt wird. Durch Ausmultiplikation mit dem Mengengerüst gemäß Kapitel 8.6 können somit die voraussichtlichen Güterströme in die Liefergebiete mengenmäßig in Tonnen und Anzahl Ladungsträgern (Europaletten) abgeleitet werden.

3.2.5.1.2 Geographische Verteilungen der zu versorgenden Einwohner

Zur Erhebung der geographischen Verteilung der Einwohneranzahl in NRW wurde auf bestehende Statistiken der IT NRW für das Jahr 2021 zurückgegriffen.[368] Aus der aktuellen IST-Situation leiten sich

[367] Vgl. (Kettner & Greim, 1984).
[368] Vgl. (IT_NRW, 2022).

Anforderungen und Restriktionen ab. So zeigt die Abbildung 3-14 die gegenwärtige Verteilung der Einwohner in NRW nach Postleitzahlgebieten. Anhand der Einwohnerdichte können Ballungsräume und ländliche Regionen abgeleitet werden. Bei der Betrachtung der Karte ist zu beachten, dass Postleitzahlgebiete unterschiedliche Flächengrößen aufweisen. In dicht besiedelten Räumen, z.B. dem Ruhrgebiet, ist die Fläche je Postleitzahl deutlich kleiner als im ländlichen Raum. Demgemäß verteilen sich in dicht besiedelten Gebieten die Einwohner auf eine größere Anzahl von Postleitzahlgebieten.

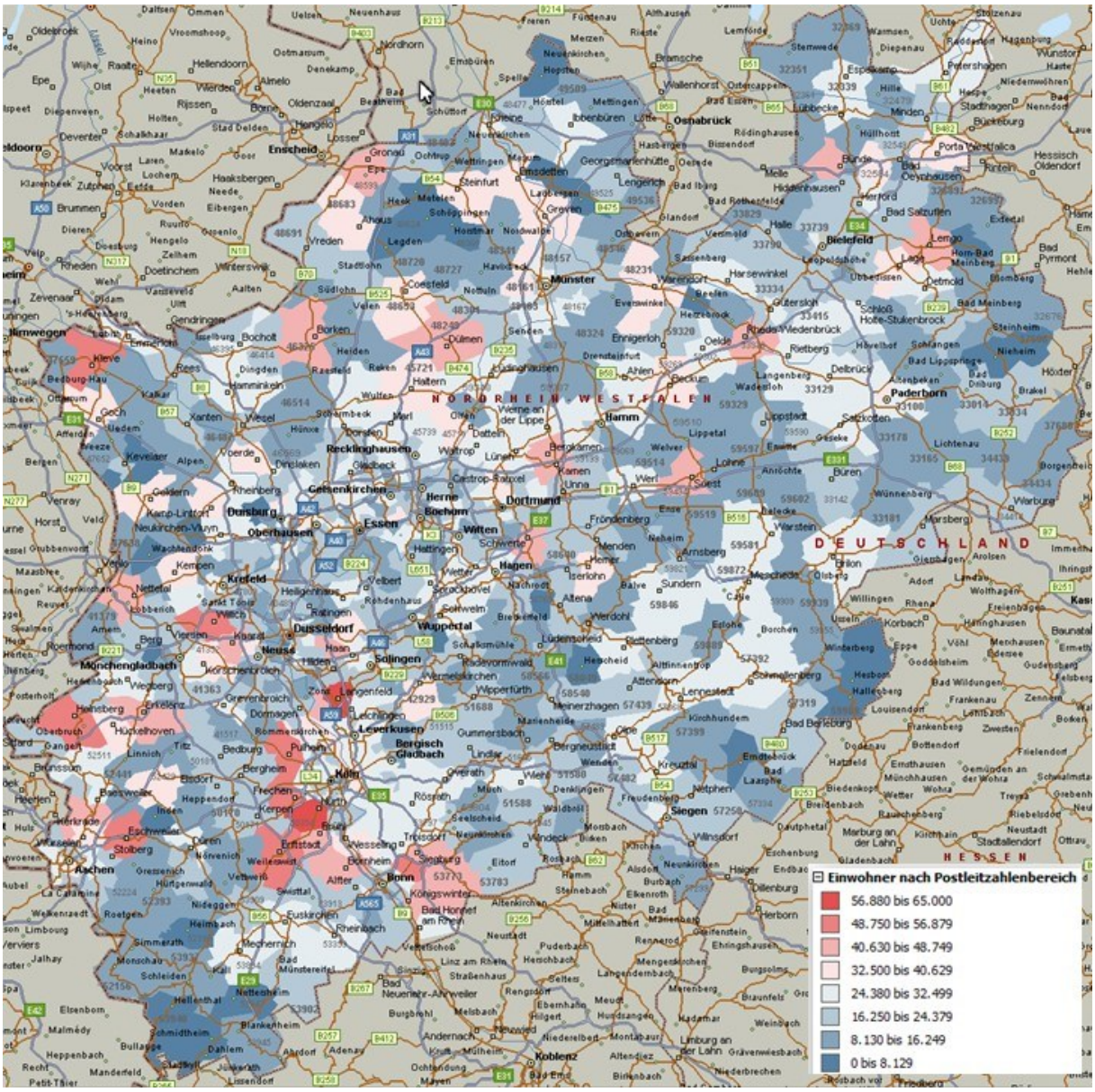


Abbildung 3-14: Verteilung Einwohner in NRW je Postleitzahlgebiet[369]

Die SPaCiH-Standorte sind so zu positionieren, dass möglichst viele Einwohner im Nahbereich der SPaCiH-Standorte erreicht werden (vgl. redundanzfreie Abdeckung in Kapitel 3.2.3 Ziel und Untersuchungsgegenstand der Strukturplanung). Das Ausmaß, in dem dies gelingt, wird als Bewertungskriterium im Szenarien-Vergleich (Kapitel 3.2.5.2) genutzt. Gelingt es, viele Einwohner auf kurzen Distanzen mit möglichst gebündelten Transporten zu erreichen, wirkt sich dies positiv auf die letzte Meile aus. Dies ist von besonderer Relevanz, da hier in der Regel der größte Teil der Kosten für

[369] Eigene Darstellung, basierend auf (IT_NRW, 2022).

die Zustellung an Endkunden anfällt. Je mehr Kunden auf den täglichen Zustelltouren in den SPaCiH-Liefergebieten zu bedienen sind, desto höher wird die sogenannte Stoppdichte, die von Kunde zu Kunde zu fahrende Distanz nimmt somit ab. Daneben soll durch die Bündelung der Güterströme im SPaCiH auch der Stoppfaktor erhöht werden. Dieser beschreibt die Zahl der Sendungen pro Anlieferung, deren Kosten weitgehend fix sind. Stoppdichte und -faktor beeinflussen die Gesamtkosten auf der Letze Meile um wettbewerbsentscheidende Prozentpunkte.[370] Da die Effizienz der Versorgung von der Stoppdichte und -faktor maßgeblich abhängt, ist die Bestimmung optimierter Liefergebiete je SPaCiH im Rahmen der Standortstrukturplanung von besonderer Relevanz (vgl. auch Kapitel 3.2.5.2).

3.2.5.1.3 Bestehende logistische Infrastruktur in NRW

Die aktuellen Straßen-, Gleis- und Wasserstraßennetze in NRW wurden anhand folgender Datenquellen erhoben:

- Wasserstraßen: https://atlas.wsv.bund.de
- Bahnnetz: https://netzwerk.dbcargo.com/de
- Straßennetz über Google Maps

In NRW gibt es insgesamt neun Bundeswasserstraßen, zu denen der Rhein, der Wesel-Datteln-Kanal (WDK), der Rhein-Herne-Kanal (RHK), der Dortmund-Ems-Kanal (DEK), der Datteln-Hamm-Kanal (DHK), die Ruhr, der Schifffahrtsweg Rhein-Kleve (SRK), der Mittellandkanal (MLK) und die Weser zählen.[371] Das Schifffahrtskanalnetz umfasst rund 380 Kilometer Länge in NRW.[372]

Das Netz der Schifffahrtskanäle in NRW verbindet den Industrieraum Rhein-Ruhr auf mehreren Wegen mit der Nordsee und über den Mittellandkanal mit der Elbe, der Oder und dem Großraum Berlin. Das Kanalnetz verbindet aber auch die Flussgebiete von Rhein, Weser und Ems und kann insofern keinem Flussgebiet allein zugeordnet werden.[373] Die Kanäle stellen somit wichtige Verkehrswege von West nach Ost bzw. Nord nach Süd und umgekehrt dar, wie der Überblick über die bestehenden Wasserstraßen in NRW in Abbildung 3-15: Fluss- und Kanalnetz in NRW veranschaulicht.

[370] Vgl. (Otto & Klaus, 2018).
[371] Vgl. (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Digitale Bundeswasserstraßenkarte, 2019).
[372] Vgl. (M.Bartels Verladesysteme GmbH & Co. KG, 2023).
[373] Vgl. (M.Bartels Verladesysteme GmbH & Co. KG, 2023).

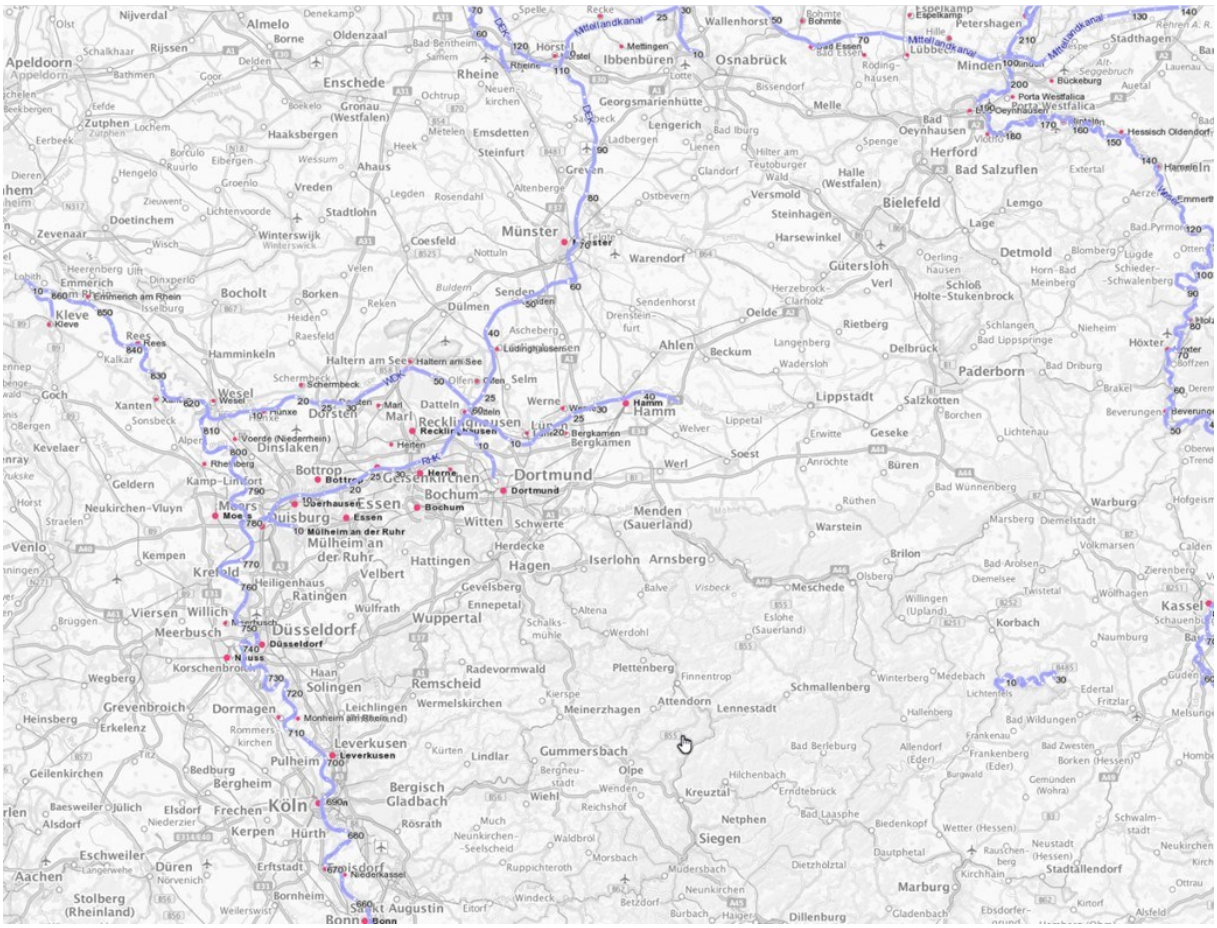


Abbildung 3-15: Fluss- und Kanalnetz in NRW[374]

Gemessen an dem SPaCiH Ziel der nachhaltigen Versorgung des städtischen und ländlichen Raumes, u.a. per Binnenschiff. kann folgendes festgestellt werden:

- Das Umfeld des Datteln-Hamm-Kanals, Dortmund-Ems-Kanals, des Mittellandkanals und des Wesel-Datteln-Kanals ist vorwiegend ländlich geprägt. Ein Großteil der Flächen entlang der Kanäle sind Ackerflächen oder Grünland. Weitere Flächenanteile werden von Siedlungen und Wald eingenommen.[375]
- Der Rhein-Herne-Kanal wird dagegen überwiegend von städtischer Bebauung begleitet. Punktuell lösen landwirtschaftliche Flächen und Wald die Siedlungs- und Industrieflächen ab.[376]

Containerumschlag findet heutzutage hauptsächlich auf dem Rhein statt. Dabei haben die Häfen Duisburg, Neuss, Köln, Bonn, Düsseldorf und Emmerich am Rhein die größten Umschlagsmengen zu verzeichnen (vgl. Kapitel 3.2.5.1.4). Weitere Hafenstandorte für den Containerumschlag auf dem Rhein befinden sich in Emmelsum (Voerde)[377], Krefeld, Dormagen und Leverkusen. Dagegen wird das

[374] Vgl. (WSV, 2022).
[375] Vgl. (M.Bartels Verladesysteme GmbH & Co. KG, 2023).
[376] Vgl. (M.Bartels Verladesysteme GmbH & Co. KG, 2023).
[377] Streng genommen liegt der Hafen Emmelsum nicht am Rhein, sondern am WDK bei Kilometer 0,8. Da er allerdings direkt am Rhein bzw. an der Verbindung von Rhein und WDK liegt und ihn deshalb auch größere Schiffe ansteuern können, wird er hier als „auf dem Rhein liegend“ betrachtet.

Kanalnetz bestehend aus WDK, RHK, DEK, DHK und Ruhr für Abwicklung von Containertransporten fast gar nicht genutzt.[378] Die einzige Ausnahme bildet hier der Hafen Dortmund auf dem DEK.

Als Ursache der eingeschränkten Nutzung der Wasserstraßen ist zu beachten, dass diese zahlreichen Restriktionen unterliegen. Im Folgenden sollen nur solche skizziert werden, die im Rahmen der Standortstrukturplanung bei der Suche und Bewertung potenzieller SPaCiH-Standorte einbezogen wurden. Dies sind zum Beispiel notwendige *Schiffstypen* in Abhängigkeit von Güterart und -menge. Die Größe und die Kapazität der einsetzbaren Schiffe hängen wiederum von der Klasse der Wasserstraße ab. Über die *Wasserstraßenklasse* wird genau definiert, welche Länge, Breite, Tiefgang und Tragfähigkeit (Tonnage) ein Schiff aufweisen darf. Darüber hinaus macht sie Angaben über die Brückendurchfahrtshöhe, die entscheidend für die Anzahl der möglichen Containerlagen ist.

Die Binnenwasserstraßen werden in sieben Klassen (I bis VII) aufgegliedert.[379] Zusätzlich wird die Klasse V in a und b und die Klasse VI in a, b und c unterschieden. Für einen wirtschaftlichen Güterverkehr eignen sich nur Wasserstraßen der Klasse IV bis VII, da die restlichen Klassen zu klein sind. Der SRK wird bei Suche der potenziellen SPaCiH-Standorte nicht betrachtet, da er nur als Wasserstraße der Klasse III klassifiziert ist.

Die betrachteten Wasserstraßen in NRW entsprechen den Klassen IV bis VI. Hierbei hat der Rhein als einzige Wasserstraße die Klasse VI c. Der WDK, der größte Teil des RHKs und der DEK von Kilometer 1,44 bis 21,33 besitzen die Klasse V b. Die Ruhr wird als Klasse V a und der DEK ab Kilometer 21,33 sowie der DHK als Klasse IV ausgewiesen.[380]

Eine weitere Restriktion sind die Pegelstände, die je nach Jahreszeit bei Hoch- und Niedrigwasser zu Beeinträchtigungen der Schifffahrt bzw. der nutzbaren Schiffskapazitäten führen können.

Im Rahmen einer Realisierungsplanung müssten alle Restriktionen einer Nutzung der Wasserstraßen im Detail bei der Konzeption von technischen Umsetzungsvarianten einbezogen werden.

Einen groben Überblick über das Netz der DB zeigt die Abbildung 3-16. Das Netzwerk ist gekennzeichnet durch:[381]

- Flexibilität durch ein dichtes, europäisches Schienennetz und Kombinierten Verkehr
- 1.305 aktive Güterverkehrsstellen und 3.500 Gleisanschlüsse in Deutschland
- hochfrequentes Netzwerk mit täglichen Abfahrten
- multimodale Logistikzentren und Lagerkonzepte inkl. Vor- und Nachlauf

[378] Vgl. (Alias, et al., 2021).
[379] Vgl. (WSV, 2022).
[380] Vgl. (WSV, 2022).
[381] Vgl. (DB_Cargo, 2022b).

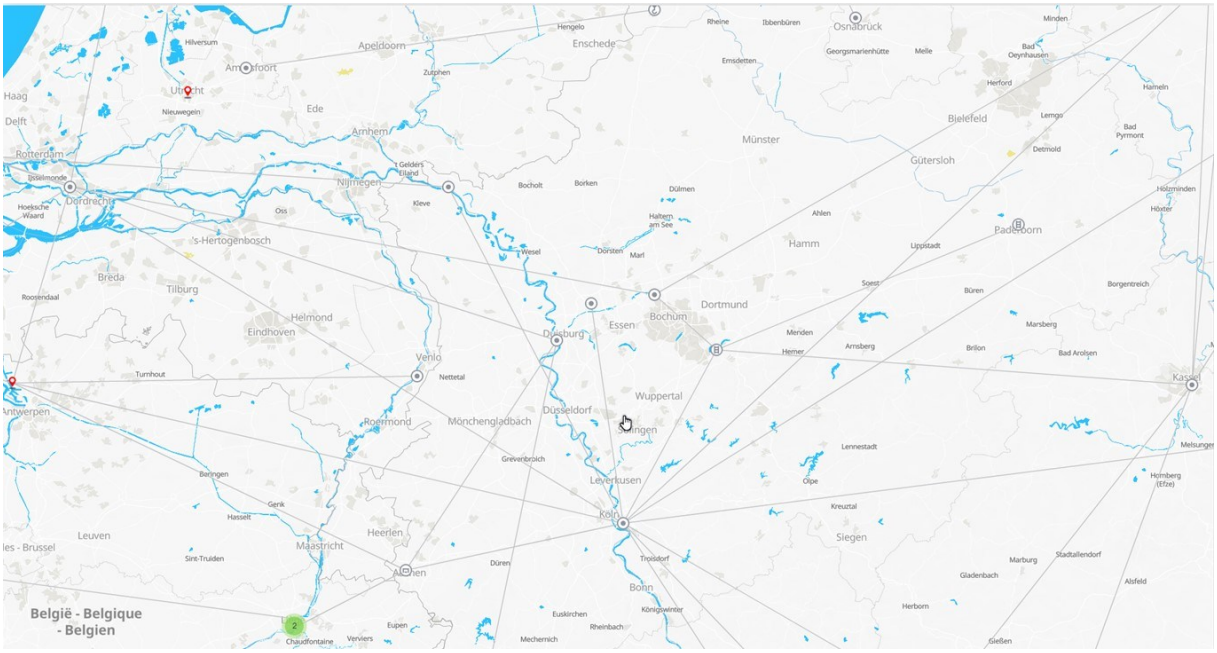


Abbildung 3-16: Bahnnetz der DB-Cargo[382]

Auf der angeführten Website können die bestehenden Bahnterminals und deren Vernetzung abgefragt werden. Hier kann eine Bewertung, der in der Standortstrukturplanung ermittelten SPaCiH-Standorte, in Bezug auf die Nähe zu bestehenden Terminals und zum Gleisnetz abgeleitet werden.

Neben der DB-Cargo existieren zahlreiche weitere Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU). Eine Übersicht der EVU in Deutschland, die eine Genehmigung zum Erbringen von Eisenbahnverkehrsdiensten haben, findet sich auf der Website des Eisenbahnbundesamtes.[383] Transparenz über die Netze der einzelnen EVU analog zur DB-Cargo besteht nicht, weshalb für die Strukturplanung ein Abgleich mit dem Netz der DB-Cargo vorgenommen wurde, was sich aufgrund der Netzdichte als hinreichend erwiesen hat. Gleichwohl wäre es wünschenswert, wenn für potenzielle Nutzer auch die übrigen EVU-Netzwerke transparenter und einfacher zugänglich wären. Bei der Untersuchung der Pilotstandorte wurden die ortsansässigen EVU in die Betrachtung einbezogen.

Über die Website der DB-Cargo wurden zudem alle im Netz der Deutschen Bahn befindlichen Güterbahnhöfe und deren Position erfasst.[384]

3.2.5.1.4 Bestehende SPaCiH relevante logistische Knoten in NRW

Zur optimalen Nutzung des SPaCiH-Netzwerkes sollte eine verstärkte Nutzung von Bahn und Binnenschiffen erfolgen, um die Güterströme an die SPaCiH-Liefergebiete heranzuführen und den Transport so weit wie möglich über diese Verkehrsträger abzuwickeln. Daher sollten die SPaCiH-Standorte idealerweise eine Anbindung an mindestens zwei Verkehrsträger haben (bi- oder trimodal). Somit bieten sich Häfen, KV-Terminals und Güterverkehrszentren (GVZ) als Standorte an.

Maßgebliche Determinante der Standortwahl sind die sogenannten Standortfaktoren. Die variablen standortspezifischen Bedingungen wirken sich positiv oder negativ auf die Gründung und Entwicklung eines SPaCiHs aus. Sie sind als wirtschaftliche Vor- und Nachteile zu verstehen, die sich aus der Ansiedlung eines SPaCiHs an einem bestimmten Standort ergeben. In der Standortstrukturplanung

382 (DB_Cargo, 2022b).
383 Vgl. (EBA -Eisenbahn-Bundesamt, 2022).
384 Vgl. (DB_Cargo, 2022b).

werden zunächst nur die Standortfaktoren berücksichtigt, die das SPaCiH-Konzept gewährleisten, demnach sollten die Standorte folgende Anforderungen erfüllen:

- Bahn und/ oder Binnenschiffsanschluss
- technische Ausstattung für Container- bzw. Behälterumschlag
- Flächen, die eine Umsetzung der SPaCiH Funktionalitäten erlauben (d.h. Gewerbe-/ Industriegebiete in Nähe zu den zu versorgenden Einwohnern)

Eine Übersicht weiterer Standortfaktoren findet sich bei Beckmann 2012.[385] Die dort benannten Faktoren wären bei der Standortsuche und -auswahl im Rahmen einer Realisierungsplanung heranzuziehen.

Die für die Standortstrukturplanung gewählten Standortfaktoren orientieren sich am SPaCiH-Idealkonzept. Im Rahmen der Analyse bestehender als auch bei der Planung neuer Standorte kann sich zeigen, dass diese Anforderungen nicht immer vollständig umsetzbar sind. Gemessen an der SPaCiH-Idealkonzeption können Standorte somit unterschiedliche Reifegrade aufweisen. Mit dem Begriff Reifegrad wird hier das Ausmaß der Fähigkeit (gegenwärtige Merkmalsausprägungen) eines Standortes bezeichnet, die eine Umsetzung des SPaCiH-Idealkonzeptes ermöglichen. Standorte mit dem höchsten Reifegrad lassen bereits im IST-Zustand die Umsetzung der SPaCiH-Funktionalitäten zu. Je nach Aufwand zur Ertüchtigung eines Standortes, in Bezug auf die oben genannten Standortfaktoren, erfolgt eine Abstufung des Reifegrades. Anhand dieser im Folgenden qualitativ vorgenommenen Stufung der Reifegrade werden in Kapitel 3.2.5.1.6 unterschiedliche Szenarien abgeleitet.

Die Datenerhebung bestehender logistischer Knoten in NRW zeigte, dass keine Quelle identifizierbar war, die ein verlässliches Gesamtbild über die bestehenden intermodalen Standorte in NRW bereitstellt. Um eine Strukturplanung durchführen zu können, musste ein Bild über die vorhandenen und verfügbaren logistischen Standorte aus verschiedenen Datenquellen erarbeitet werden. Hierbei war es erforderlich, Redundanzen zu identifizieren und zu eliminieren. Zudem mussten die logistischen Eigenschaften der Standorte erfasst und im Hinblick auf die Nutzbarkeit für das SPaCiH-Netz bewertet werden.

Zur Erhebung bestehender logistischer Knoten in NRW, als potenzielle SPaCiH-Standorte, wurde auf folgende Datenquellen zurückgegriffen:

1. Intermodale Standorte in NRW: https://www.intermodal-map.com/
2. Identifikation von KV-Terminals https://railway.tools/#/de und Bahnhöfe https://data.deutschebahn.com
3. Häfen in NRW: Quelle NRW IT
4. Identifikation potenzieller wasserseitiger Ladepunkte/ Anschlusspunkte: DST-Projekt DeConTrans[386] und https://atlas.wsv.bund.de
5. Flächen für eine Umsetzung der SPaCiH Funktionalitäten, Gewerbe-/ Industriegebiete in NRW: https://germansite.de/GermanSite/main.xhtml

a) Intermodale Standorte in NRW

Eine wesentliche Datenquelle für Intermodale Standorte bietet die von der Studiengesellschaft für den Kombinierten Verkehr e.V. (SGKV) betriebene Website Intermodal-Map.[387] Hier können europaweit

[385] Vgl. (Beckmann, 2012).
[386] (DST, 2022).
[387] Vgl. (SGKV e.V., 2023c).

intermodale Terminals mit deren geographischen Position abgerufen werden. Abbildung 3-17 veranschaulicht dies für den hier relevanten Betrachtungsraum NRW.

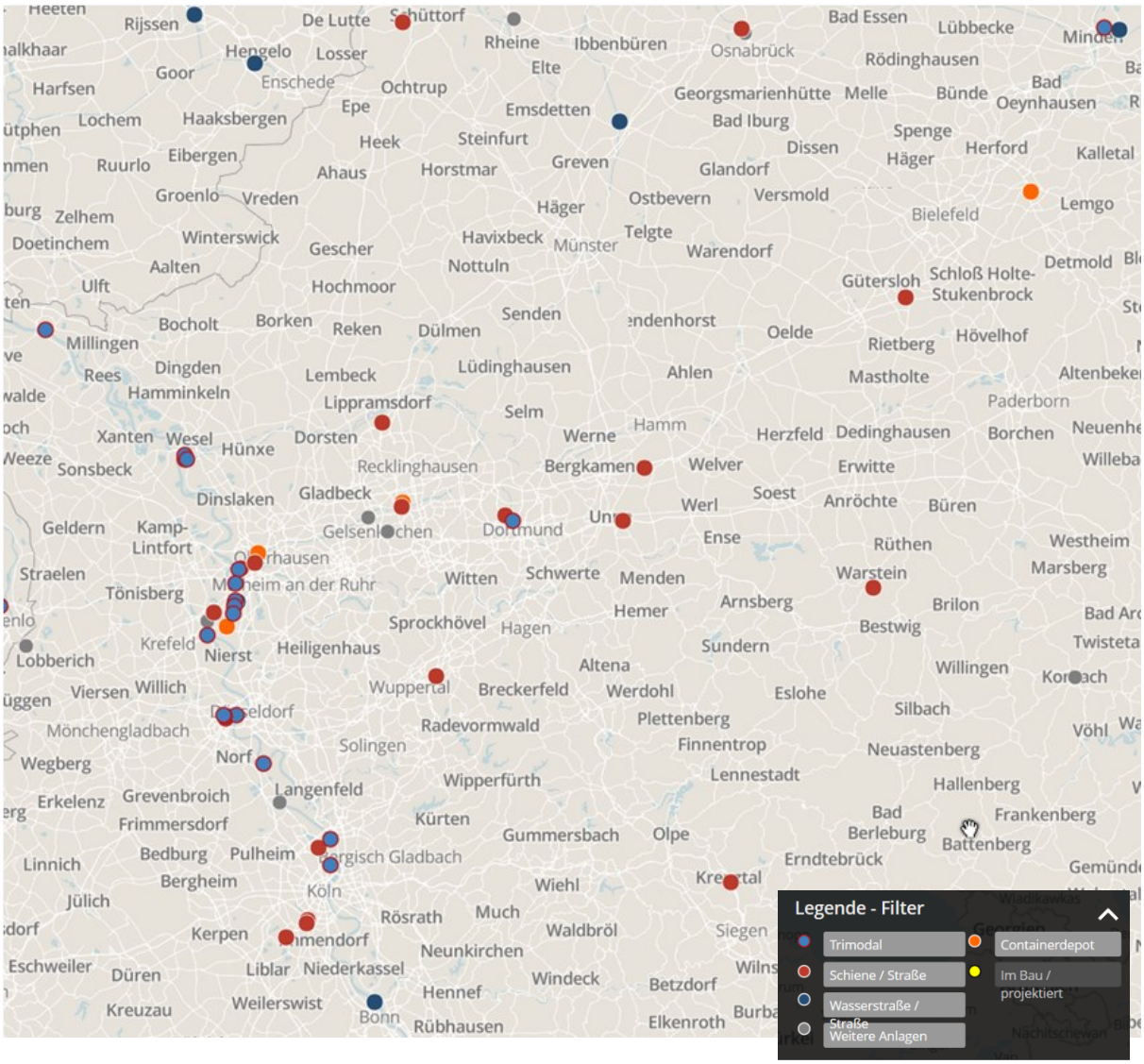


Abbildung 3-17: Intermodale Standorte in NRW (Stand 2/2022)[388]

Zu den einzelnen Terminals werden folgende Informationen bereitgestellt:

- Betreiber
- Adresse
- Ansprechpartner
- Website
- Öffnungszeiten
- Ladeeinheiten
- Dienstleistungen
- Equipment
- Ladegleise
- Vor-/ Nachlauf-Service

[388] (SGKV e.V., 2023c).

Für den Betrachtungsraum konnten 55 intermodale Standorte identifiziert werden. Diese verteilen sich auf 31 Städte in NRW (vgl. Tabelle 3-1). Wie die Analyse zeigt, liegt eine räumliche Fokussierung der Terminals in NRW vor. Besonders Duisburg sticht mit 13 Terminals heraus. Die Fokussierung lässt vermuten, dass einige Regionen redundant versorgt werden, während in anderen Regionen von NRW intermodale Standorte unterrepräsentiert sind.

Ort	Anzahl Terminals
Bad Salzuflen	1
Bönen	1
Bonn	1
Dormagen	2
Dortmund	2
Duisburg	13
Düsseldorf	1
Emmelsum/ Voerde	1
Emmerich am Rhein	1
Gelsenkirchen	2
Gütersloh	1
Hagen	1
Herne	1
Herten	1
Hürth	2
Köln	4
Krefeld	2
Kreuztal	1
Ladbergen	1
Leverkusen	1
Lülsdorf	1
Marl	1
Minden	1
Minden-Päpinghausen	1
Nettetal	1
Neuss	4
Rheine	1
Unna	1
Voerde	2
Warstein	1
Wuppertal	1
Gesamtergebnis	55

Tabelle 3-1: Auswertung der geographischen Lage intermodaler Terminals in NRW

Betrachtet man die intermodalen Standorte genauer, so zeigt sich eine funktionale Gliederung nach Terminalarten. Zudem kann nach dem Betriebsstatus differenziert werden (Tabelle 3-2)

Typ/ Status	Anzahl in NRW
Anlage projektiert/ im Bau	2
Anlage still gelegt	1
Containerdepot	4
Schiene/ Straße	17
Trimodal	20
Wasserstraße/ Straße	4
Weitere Umschlaganlage	7
Gesamtergebnis	55

Tabelle 3-2: Auswertung intermodaler Terminals in NRW nach Art[389]

[389] Eigene Auswertung basierend auf (SGKV e.V., 2023c) Intermodal Map.

Anhand des Betriebsstatus treten zwei Anlagen hervor, die sich im Bau befinden. Da es sich hier um eine Potenzialstudie handelt, werden diese Standorte bereits in die weitere Untersuchung einbezogen. Der stillgelegte Standort wies vor seiner Stilllegung die SPaCiH relevanten Standortfaktoren auf und wird daher auch als potenzieller Standort in die Untersuchung einbezogen.

Bei vier der intermodalen Standorte handelt es sich um Containerdepots, deren Reifegrad unter dem der anderen Standorte liegt. Daher wurden diese Standorte näher untersucht. Es hat sich gezeigt, dass die Standorte in der Nähe von bestehenden Terminals liegen und die Ver- und Entsorgung per Lkw erfolgt. Sie könnten daher von der Untersuchung ausgeschlossen werden. Andererseits haben die Containerterminals eine wichtige Funktion in der Abwicklung des Kombinierten Verkehrs und stellen potenziell eine Fläche dar, über die SPaCiH-Funktionalitäten abgewickelt werden können. Zudem hat die räumliche Nähe zu bestehenden Terminals kaum Einfluss auf das Untersuchungsergebnis (vgl. Kapitel 3.2.5.2). Aus diesem Grund werden die Containerdepots in die weitere Untersuchung einbezogen. Die 55 Standorte bilden Knoten in einem funktionierenden Netzwerk des Kombinierten Verkehrs und werden daher trotz der oben diskutierten Einschränkungen mit dem Reifegrad I bewertet.

b) KV-Bahnterminals in NRW

Nach aktuellem Stand 10/2021 existieren in NRW 50 KV-Bahnterminals. Davon befinden sich zum jetzigen Zeitpunkt vier im Rückbau. Dennoch werden diese für die Potenzialuntersuchung des SPaCiH-Konzeptes weiter als Standortoptionen geführt. Die Daten wurden mit Hilfe der Website der DB-Cargo erhoben und mit dem Unternehmen abgestimmt.[390] Eine tabellarische Aufstellung der Bahn-Terminals findet sich in Tabelle 3-10. Eine graphische Aufbereitung der Terminalstandorte zeigt Abbildung 3-18. Grundsätzlich sind in der unter a) angeführten Intermodal-Map bereits KV-Terminals enthalten. Ein Abgleich mit den Daten zeigte jedoch, dass die Erfassung in der Intermodal-Map nicht vollständig ist. In Abbildung 3-18 sind 11 Terminals rot markiert, die nur auf der Website der DB-Cargo zu finden waren. Die Entwicklung im Bereich der KV-Terminals ist dynamisch. Laut der DB-Cargo gibt es Planungen zu weiteren Terminals, die jedoch für die weitere Auswertung nicht berücksichtigt werden. KV-Terminals entsprechen den SPaCiH-Anforderungen und werden daher zu den 55 intermodalen Terminals in NRW mit Reifegrad I ergänzt, sodass insgesamt 66 Terminalstandorte in NRW die Grundlage der Abdeckungsuntersuchung im IST-Zustand bilden.

[390] Datenquelle: (DB_Cargo, 2021). Wir bedanken uns für die Unterstützung durch die DB-Cargo.

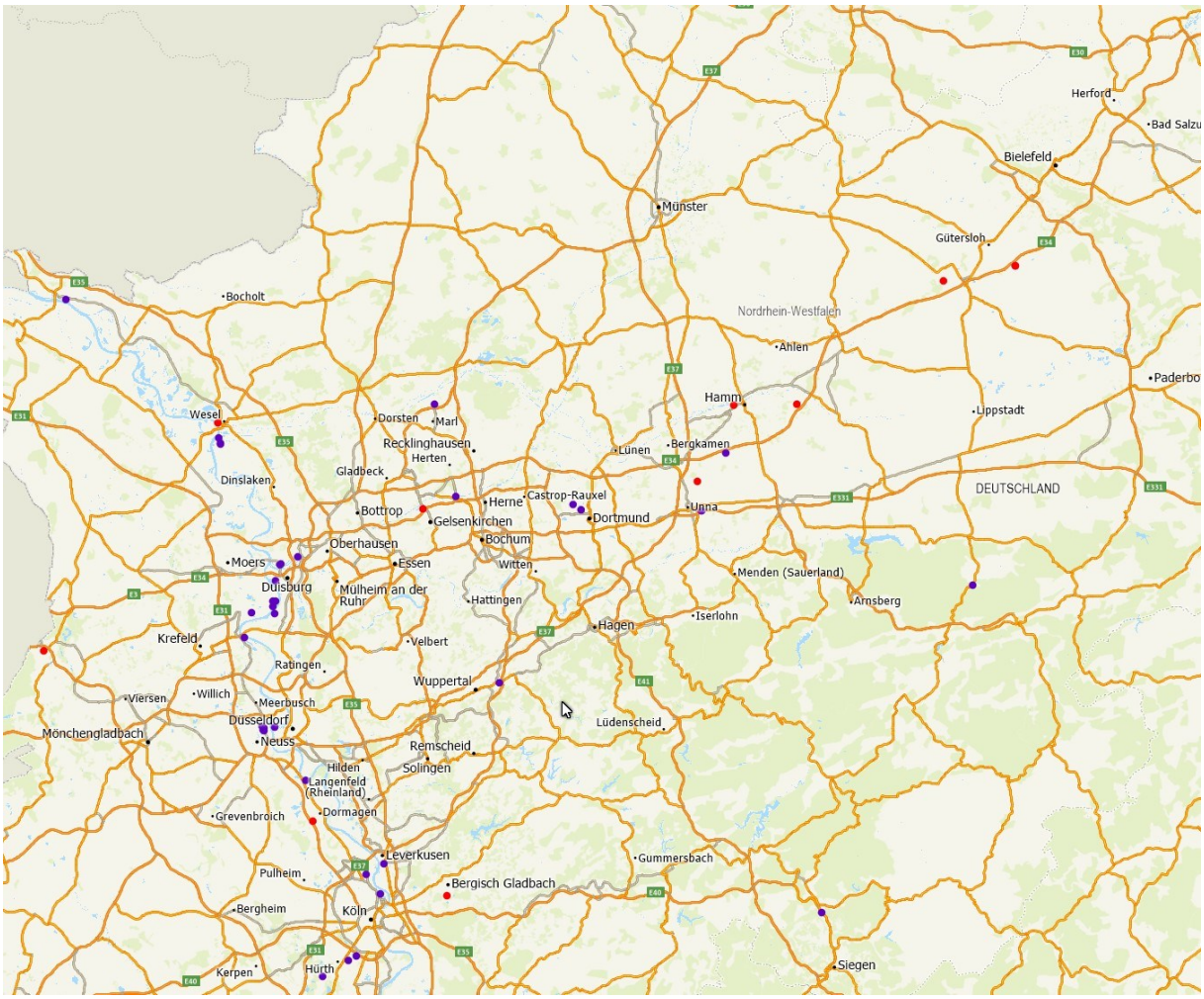


Abbildung 3-18: Karte mit den 50 KV-Terminals in NRW[391] (Bild: SysPlan)

c) Häfen in NRW

Zur Erfassung der Häfen wurden zunächst die in den statistischen Auswertungen zur Binnenschifffahrt in NRW ausgewiesen Häfen erhoben. Die Statistik weist die in Tabelle 3-3 aufgezeigten 38 Häfen aus.

Gebiet	Nr	Wasserstraße	Hafen
Rheingebiet	1	Rhein	Spyck
	2	Rhein	Emmerich
	3	Rhein	Wesel (Rhein)
	4	Rhein	Rheinberg
	5	Rhein	Duisburg (Rhein)
	6	Rhein	Krefeld
	7	Rhein	Düsseldorf
	8	Rhein	Neuss
	9	Rhein	Dormagen
	10	Rhein	Leverkusen
	11	Rhein	Köln
	12	Rhein	Wesseling
	13	Rhein	Lülsdorf
	14	Rhein	Bonn
Weser- u. Mittellandkanalgebiet	15	Mittellandkanal	Hille
	16	Mittellandkanal	Ibbenbüren (MLK)

[391] Datenquelle: (DB_Cargo, 2021) Stand 10/2021 und (SGKV e.V., 2023c).

Gebiet	Nr	Wasserstraße	Hafen
	17	Wesel	Petershagen
	18	Mittellandkanal	Lübbecke
	19	Wesel/ Mittellandkanal	Minden
Westdeutsches Kanalgebiet	20	Dortmund-Ems-Kanal	Ibbenbüren (DEK)
	21	Dortmund-Ems-Kanal	Dortmund
	22	Dortmund-Ems-Kanal	Ladbergen
	23	Dortmund-Ems-Kanal	Münster
	24	Datteln-Hamm-Kanal	Bergkamen
	25	Datteln-Hamm-Kanal	Hamm
	26	Datteln-Hamm-Kanal	Lünen
	27	Rhein-Herne-Kanal	Bottrop
	28	Rhein-Herne-Kanal	Castrop-Rauxel
	29	Rhein-Herne-Kanal	Essen
	30	Rhein-Herne-Kanal	Gelsenkirchen
	31	Rhein-Herne-Kanal	Herne
	32	Rhein-Herne-Kanal	Recklinghausen, Stadthafen
	33	Ruhr	Duisburg (RHK)
	34	Ruhr	Mülheim an der Ruhr
	35	Wesel-Datteln-Kanal	Dorsten
	36	Wesel-Datteln-Kanal	Voerde-Emmelsum
	37	Wesel-Datteln-Kanal	Marl
	38	Wesel-Datteln-Kanal	Wesel (WDK)

Tabelle 3-3: Statistisch geführte Häfen in NRW[392]

Die Abbildung 3-19: Statistisch erfasste Hafenstandorte in NRW veranschaulicht die geographische Lage der 38 Häfen.

Von den 38 Häfen sind nach jetzigem Stand 13 für den Containerumschlag geeignet. Innerhalb der Häfen finden sich teilweise mehrere Terminals, über welche der Container-Umschlag erfolgt. Die 22 Terminals mit Reifegrad I der aktuell 13 für den Container-Umschlag geeigneten Häfen veranschaulicht Tabelle 3-4. Die 22 Terminals dieser Häfen finden sich auch in der Intermodal Map und sind somit über die unter a) erfassten intermodalen Standorte abgedeckt. Es ist zu beachten, dass der Hafen Wesel (WDK) nur sporadisch für den Containerumschlag genutzt wird, es besteht hier gemäß Intermodal Map kein Containerterminal. Daher wird dieser Hafen den Häfen mit den Reifegrad II zugeordnet.

Die übrigen 25 Häfen schlagen aktuell nur Massengüter um. Diese Standorte sind demnach mit der derzeitigen technischen Ausstattung nicht unmittelbar für den in einem SPaCiH vorgesehenen Stückgutumschlag geeignet. Gemessen am Standortfaktor „Technische Ausstattung für Container- bzw. Behälterumschlag“ sind somit Abstriche beim Reifegrad festzustellen (Reifegrad II). Dennoch sind die Häfen grundsätzlich durch das Potenzial zur Anbindung von Versorgungsgebieten über das Binnenschiff attraktiv. Daher werden in den später untersuchten Szenarien auch 26 Häfen mit Reifegrad II (25 Häfen mit Massengüterumschlag und Wesel (WDK) einbezogen deren Einsatz zunächst eine technische Umgestaltung erfordern würde.[393]

[392] Vgl. (NRW_IT, 2021).

[393] Massengut ist tendenziell rückläufig. Die Verlagerung weg von der Straße erfordert erhebliche Umschlags-kapazitäten. Daher ist besonders darauf zu achten, dass diese wertvollen Standorte für die Binnenschifffahrt erhalten bleiben. Eine Umnutzung im Sinne des SPaCiH-Konzeptes bietet sich aus Kapazitätsgesichtspunkten unbedingt an (vgl. Kapitel 4.2).

Abbildung 3-19: Statistisch erfasste Hafenstandorte in NRW (Bild: SysPlan)

Containerumschlag über Häfen in NRW				
Rheingebiet	Hafen	Anteil 2021	Name Terminal	Reifegrad
davon:	Emmerich	8 %	Contargo Emmerich	I
	Duisburg (Rhein)	50 %	RRT-Rhein-Ruhr-Terminal	I
			Gateway-West-Terminal-GWW-Duisburg logport II	I
			DIT Terminal-Duisburg logport I	I
			DeCeTe/ ECT Terminal Duisburg	I
			D3T Terminal-Duisburg logport I	I
	Düsseldorf	5 %	Düsseldorfer Container Terminal Lausward	I
	Krefeld	3 %	KCT Krefeld	I
	Neuss	11 %	UCT Umschlag Neuss	I
			Neuss Trimodal	I
			Contargo Neuss T1	I
			Contargo Neuss T2	I
	Dormagen	1 %	UCT Umschlag Dormagen	I
	Bonn	8 %	Containerterminal Bonn	I
	Köln	8 %	Köln CTS	I
	Leverkusen	1 %	Chemion Leverkusen	I
Mittellandkanal-Gebiet				
davon:	Minden (Kanalhafen)	1 %	Industriehafen II Minden	I
			Regio Port OWL	I
Westdeutsches Kanalgebiet				
davon:	Wesel (WDK)	0 %	Ausnahme geringe Mengen sporadisch	II

Containerumschlag über Häfen in NRW				
Rheingebiet	Hafen	Anteil 2021	Name Terminal	Reifegrad
	Voerde	6 %	Terminal Sappi Wesel	I
			Wesel Distribution Centre	I
			Contargo Voerde-Emmelsum	I
	Dortmund	1 %	Container Terminal Dortmund CTD	I

Tabelle 3-4: Terminals in den aktuell 13 für den Container-Umschlag geeigneten Häfen in NRW[394]

Die für den Container Umschlag geeigneten 13 Häfen in NRW zeigen, gemessen an den derzeitigen Umschlagmengen, ein weites Kapazitätsspektrum auf. Die Tabelle 3-5 verdeutlicht dies anhand der Umschlagmengen in TEU (Twenty-foot Equivalent Unit) in den Jahren 2020 und 2021.

		Empfang		Versand		Insgesamt		Anteil 2021
		2020	2021	2020	2021	2020	2021	in NRW
Rheingebiet		230.364	256.164	252.691	284.722	483.055	540.887	
davon:	Emmerich	19.851	22.263	20.282	21.896	40.133	44.159	8 %
	Duisburg (Rhein)	131.479	141.307	145.208	150.582	276.687	291.889	50 %
	Düsseldorf	14.153	11.933	17.297	18.925	31.450	30.858	5 %
	Krefeld	8.362	9.074	7.435	7.885	15.797	16.960	3 %
	Neuss	20.744	29.441	31.506	32.592	52.250	62.033	11 %
	Dormagen	2.194	1.810	2.105	1.153	4.299	2.963	1 %
	Bonn	17.475	21.351	7.368	23.306	24.843	44.657	8 %
	Köln	14.427	17.430	19.483	26.601	33.910	44.031	8 %
	Leverkusen	1.679	1.555	2.007	1.782	3.686	3.337	1 %
Mittellandkanal-Gebiet		4.405	3.921	3.241	2.628	7.646	6.549	
davon:	Minden (Kanalhafen)	4.405	3.921	3.241	2.628	7.646	6.549	1 %
Westdeutsches Kanalgebiet		18.071	20.026	14.150	17.620	32.221	37.646	
davon:	Wesel (WDK)			56		56		0 %
	Voerde	15.407	18.568	12.451	16.109	27.858	34.677	6 %
	Dortmund	2.664	1.458	1.643	1.511	4.307	2.969	1 %
NRW		252.840	280.111	270.082	304.970	522.922	585.082	

Tabelle 3-5: Häfen mit Container Umschlag in NRW in TEU (Twenty-foot Equivalent Unit)[395]

In Duisburg werden bereits ca. 50 % der Gesamtmenge umgeschlagen. Es folgt Neuss mit 11 %, dicht gefolgt von Emmerich, Köln und Bonn mit jeweils ca. 8 % der Gesamtmenge. Diese fünf Häfen machen somit im IST-Zustand bereits 85 % der Container Umschlagsmenge in NRW aus. Die Fokussierung der logistischen Zentren des wasserseitigen Containerumschlags, gemessen an dem gesamten Versorgungsgebiet NRW, veranschaulicht Abbildung 3-20:

[394] Eigene Darstellung auf Basis (NRW_IT, 2021).
[395] Eigene Darstellung auf Basis der Daten von (NRW_IT, 2021).

Abbildung 3-20: Standorte von Häfen mit Container-Umschlag in NRW (Bild: SysPlan)

d) Identifikation potenzieller wasserseitiger Ladepunkte/ Anschlusspunkte

Da im SPaCiH-Konzept die Binnenschifffahrt forciert werden soll, gilt es somit zu untersuchen, wie eine geographische Ausweitung der wasserseitigen Container/ Boxen Umschlagsmöglichkeiten in NRW erreicht werden kann. Hierbei gilt es die Idealvorstellung zu beachten, dass mit Hilfe eines sogenannten City-SPaCiHs die Nahtstelle von Bahn und/ oder Binnenschiff zum Netz der Letzten Meile möglichst nah an das zugehörige Liefergebiet heranzuführen ist.[396] Daher wurden, basierend auf einer Analyse des Entwicklungszentrums für Schiffstechnik und Transportsysteme (DST)[397] zu potenziellen Anlegestellen[398] im Fluss-/ Kanalnetz von NRW das Potenzial der möglichen SPaCiH-Standorte für den wasserseitigen Umschlag erweitert. Für die Anlegestellen wurde bereits vom DST im Projekt *DeConTrans* eine Einschätzung der Nutzbarkeit für Umschlagsaktivitäten vorgenommen. Eine tabellarische Aufstellung der Standorte mit Bewertung findet sich in Tabelle 8-3: Potenzielle Anlegestellen mit DST-Bewertung. Die Datenbasis wurde über die Website des WSV[399] um die Standortkoordinaten ergänzt (Abbildung 3-22) und mit dem Bestand der Häfen abgeglichen. Im Ergebnis konnten somit 69 weitere potenzielle SPaCiH-Standorte identifiziert werden, die in Abbildung 3-21 aufgezeigt werden. Die farbliche Kennung macht in groben Zügen die Bewertung des DST in Bezug auf Umschlagsaktivitäten deutlich:

- grün = 23 günstige Standorte (Reifegrad III)

[396] Vgl. (Beckmann & Ries, 2020).

[397] DST-Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme e. V. https://www.dst-org.de/. Wir bedanken uns beim DST für die wertvolle Unterstützung und die kooperative Zusammenarbeit.

[398] Diese werden im Folgenden auch als Ausschleuspunkte bezeichnet, wo das Aus- und Einschleusen von Containern/Boxen in bzw. aus dem SPaCiH-Netz erfolgt.

[399] Vgl. (WSV, 2022).

– rot = 46 ungünstige Standorte, müssen näher untersucht werden (Reifegrad IV)

Es ist zu beachten, dass die Bewertung der Standorte im Rahmen einer Realisierungsplanung nochmals spezifisch auf die SPaCiH Belange ausgerichtet werden muss. Die 69 Standorte liegen vom Reifegrad hinter den Standorten des Reifegrades II. Grundsätzlich ist aufgrund der DST-Bewertung zu erwarten, dass als günstig bewertete Standorte vom Reifegrad vor den ungünstigen liegen. Daher erhält die Bewertungskategorie „günstig“ den Reifegrad III und „ungünstig“ den Reifegrad IV.

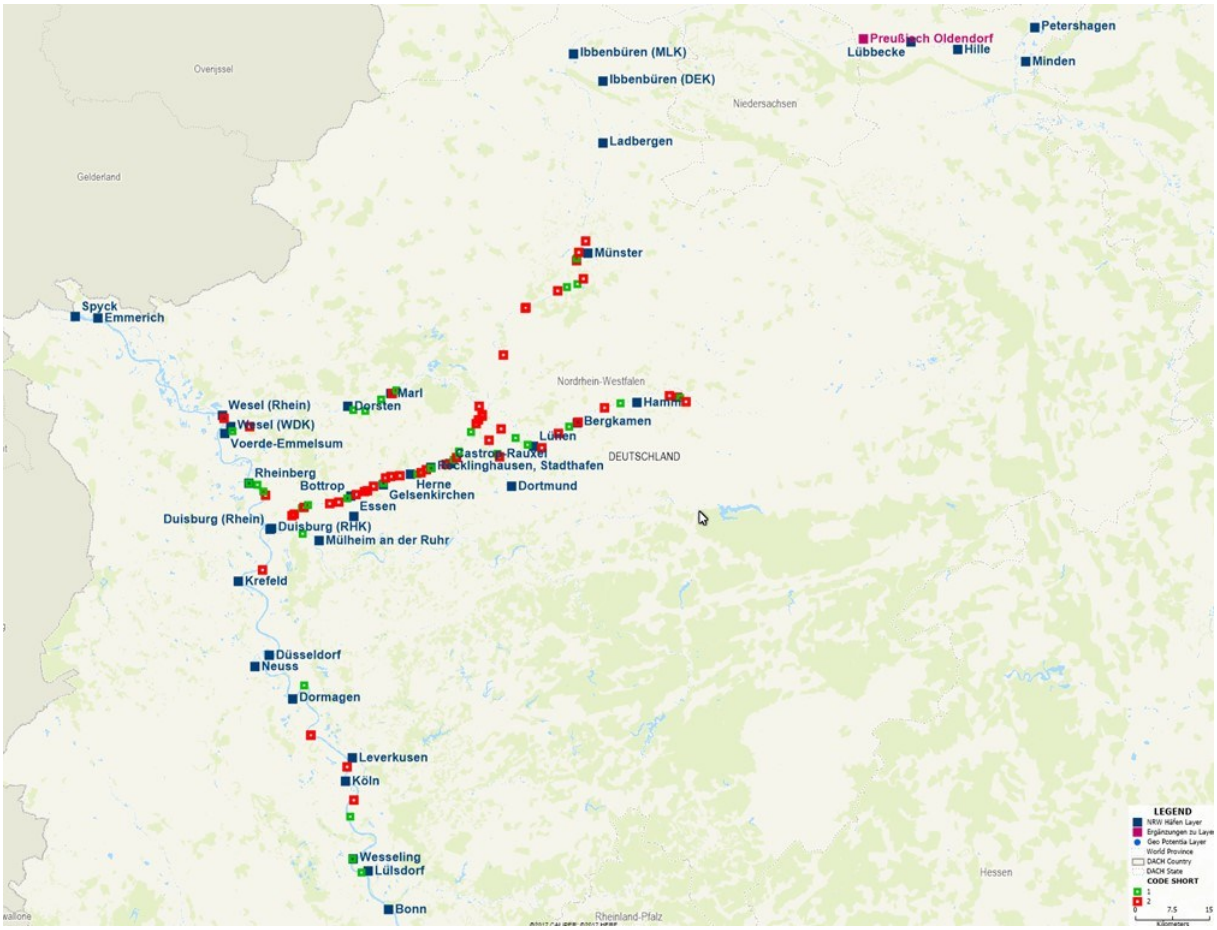


Abbildung 3-21: Potenzielle Anlegestellen City-SPaCiH, (Bild: SysPlan)

Um das maximale Potenzial ausschöpfen zu können, wurde für die weitere Betrachtung keine der potenziellen Anlegestellen ausgeschlossen, zumal eine genaue Untersuchung in Bezug auf Kriterien eines City-SPaCiH noch nicht erfolgte. Diese Untersuchung erfordert auch eine technische Weiterentwicklung, insbesondere für die Schnittstelle Binnenschiff zu City-Versorgungsnetz, die nicht Gegenstand des Projektumfanges ist. Als grundsätzliches Analyseinstrument für die Untersuchung potenzieller SPaCiH-Standorte unter Nutzung der Binnenschifffahrt eignet sich das in Abbildung 3-22 und Abbildung 3-23 aufgezeigte Tool des WSV. Dieses erlaubt neben der Identifikation möglicher Anschlusspunkte im Kanal- und Flussnetz auch die Detailbetrachtung der jeweiligen örtlichen Gegebenheiten.

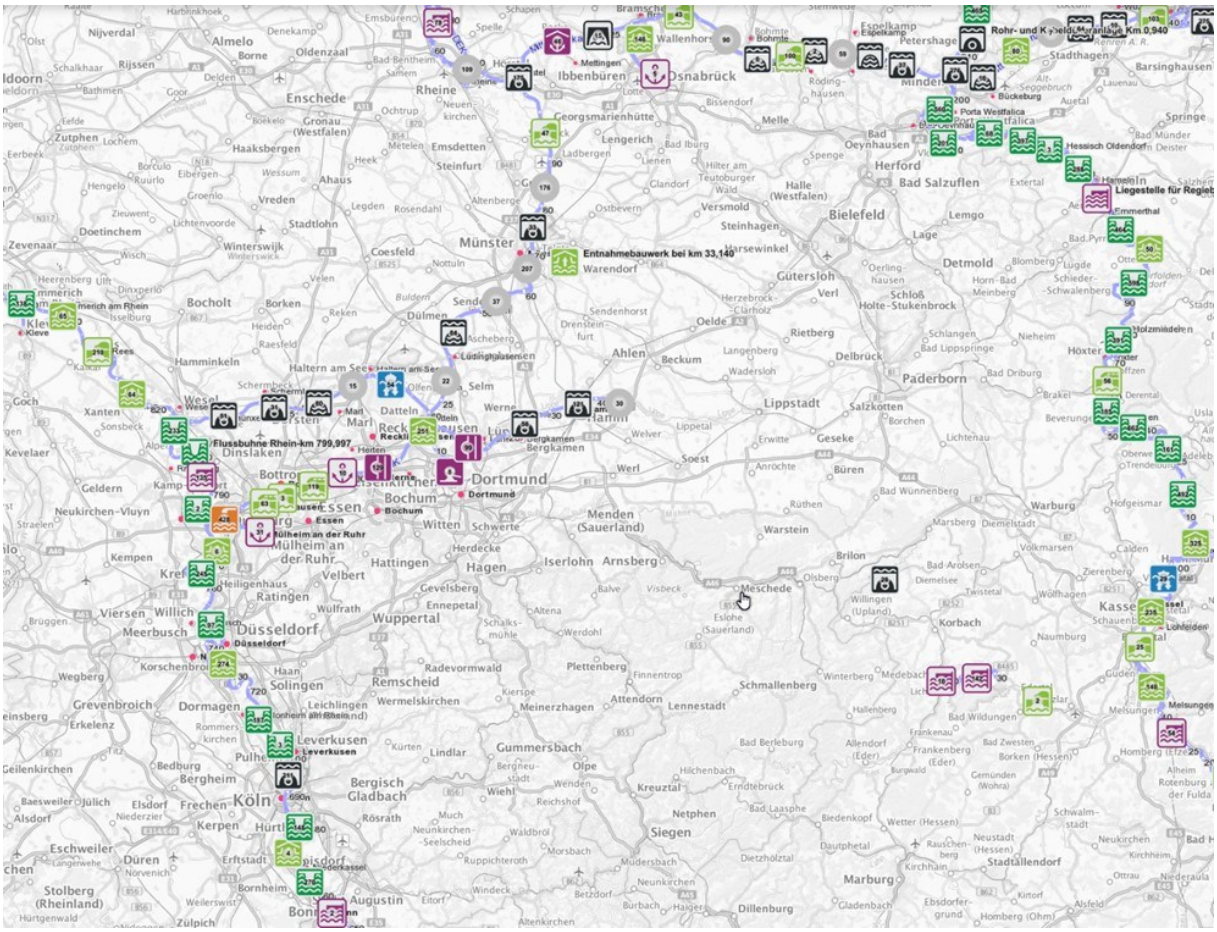


Abbildung 3-22: Untersuchung des Fluss- und Kanalnetzes in NRW[400]

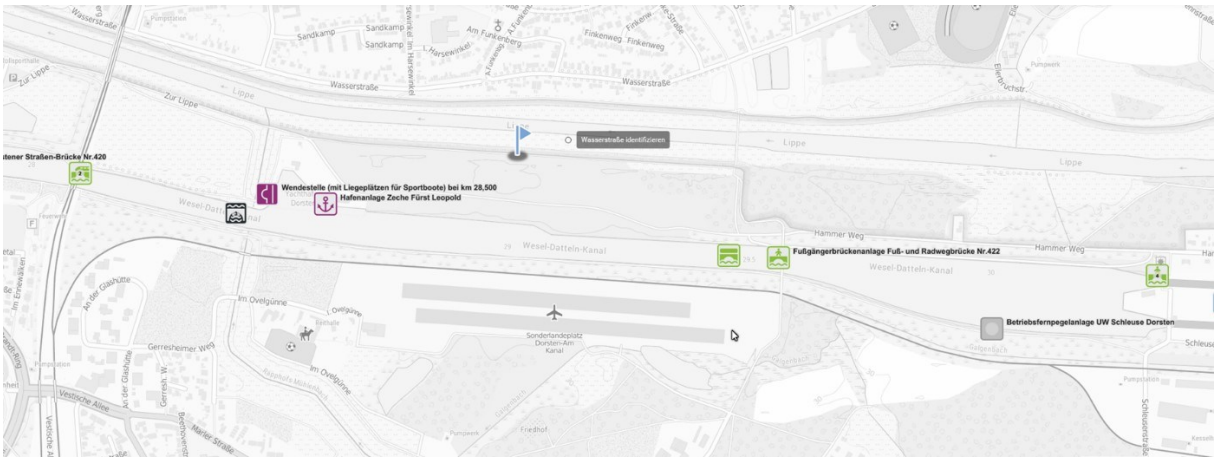


Abbildung 3-23: Detailuntersuchung möglicher Ausschleuspunkte im Fluss- und Kanalnetzes in NRW[401]

e) Flächen zur Umsetzung der SPaCiH Funktionalitäten, Gewerbe-/ Industriegebiete in NRW

Die Umsetzung eines SPaCiHs erfordert in Abhängigkeit von seiner Konfiguration (vgl. Kapitel 2.4), Logistik- und Wertschöpfungsaktivitäten, ein Gewerbe- oder gar Industriegebiet. Um diese Anforderung im Rahmen der Standortstrukturplanung prüfen zu können, wurde eine Inventarisierung freier Gewerbe- und Industrieflächen in NRW vorgenommen. Hierzu wurde auf die von der NRW.Global

400 (WSV, 2022).
401 (WSV, 2022).

Business GmbH betriebenen Website[402] zurückgegriffen. NRW.Global Business ist Partner für nationale und internationale Unternehmen bei Investitionsprojekten und der Ansiedlung in Nordrhein-Westfalen.[403] Die graphische Aufbereitung der von der NRW.Global Business GmbH bereitgestellten Daten zeigt Abbildung 3-24, wobei die verfügbare Fläche je Standort über die Größe der Kreisfläche der blauen Punkte veranschaulicht wird.

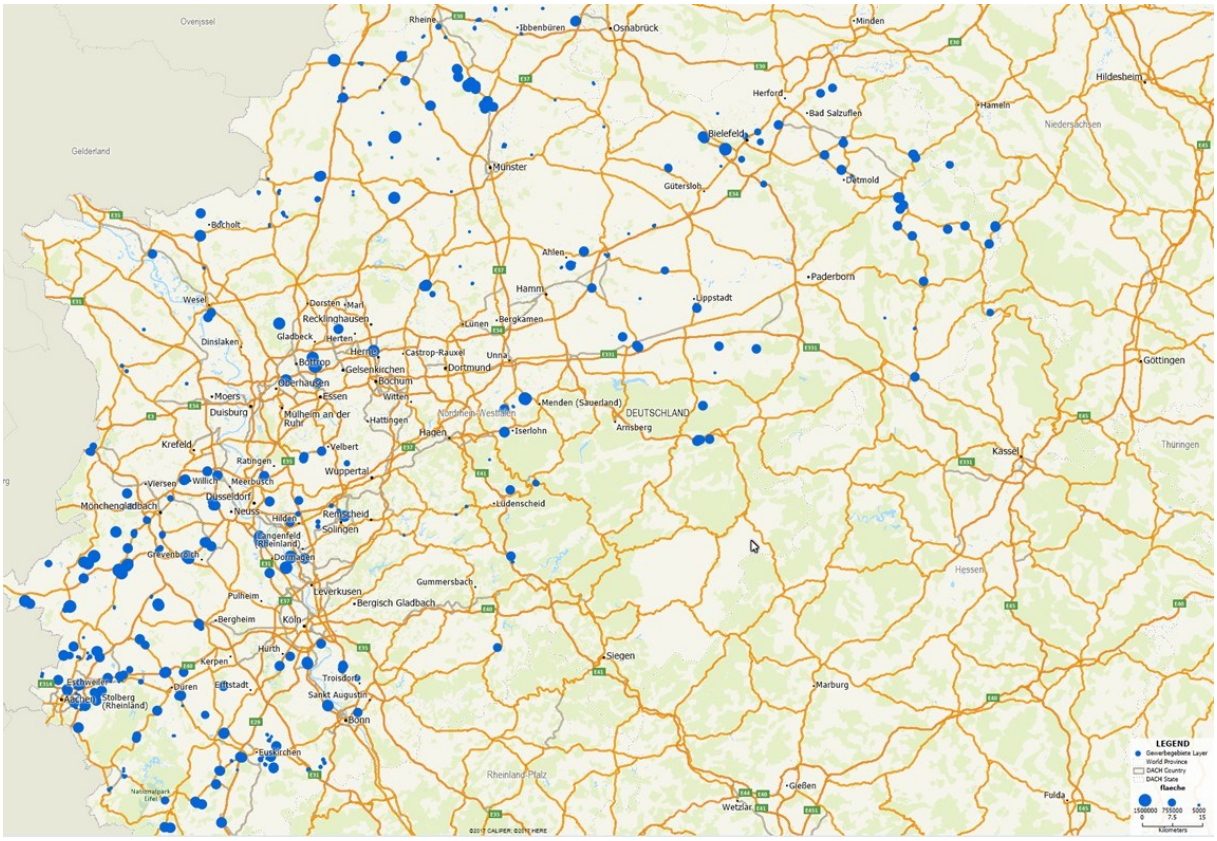


Abbildung 3-24: Freie Gewerbeflächen in NRW (Stand 10/2021)[404] (Bild: SysPlan)

3.2.5.1.5 Methodenauswahl der Optimierung

Gemäß dem Untersuchungsziel der Standortplanung liegt methodisch ein Covering Problem vor.[405] Solche Standortprobleme sind durch einen ausschlaggebenden Parameter geprägt, wie die maximale Zeit oder Distanz, die ein potenzieller Kunde von seiner nächstgelegenen Versorgungseinrichtung entfernt sein sollte.[406] Dies ist hier der Fall, weil die idealerweise per Bahn und Binnenschiff angebundenen SPaCiH-Standorte möglichst nah an die zu versorgenden Einwohner herangeführt werden sollen (vgl. Kapitel 3.2.3). Diese noch zu definierende Distanz zu den zu versorgenden Einwohnern (vgl. Kapitel 3.2.5.1.6) wird als oberes Limit zur Optimierung der SPaCiH-Standortstruktur vorgegeben und im Rahmen der Ergebnisauswertung plausibilisiert.

Für die weitere Untersuchung können zwei relevante Problemtypen unterschieden werden:

[402] Wir bedanken uns bei der NRW.Global Business GmbH für die freundliche Bereitstellung der Daten. (NRW.Global, 2021).
[403] Vgl. (LandNRW, 2020).
[404] (NRW.Global, 2021).
[405] Vgl. (Hale & Moberg, 2003) und dort angeführte Literatur.
[406] Vgl. (Hale & Moberg, 2003).

- Das *Location Set Covering* Problem (LSCP) besteht darin, mit minimalen Kosten eine Reihe von Standorten von Versorgungseinrichtungen zu positionieren, die gewährleisten, dass sich die gesamte Bevölkerung eines abzudeckenden Gebietes in einer bestimmten Distanz zu mindestens einer dieser Versorgungseinrichtung befindet.[407] Dieser Ansatz wird im Rahmen einer Idealplanung verfolgt. Wenn alle Versorgungseinrichtungen die gleichen Standortkosten aufweisen, ist dies gleichbedeutend mit der Minimierung der Gesamtzahl der anzusiedelnden Standorte.[408] Da die Bestimmung von Standortkosten eine detaillierte Ausplanung erfordert, wird hier in der Konzeptplanung von gleichen Kosten je Standort ausgegangen. Eine Orientierungsgröße zur Optimierung der Standortstruktur ist somit die Standortanzahl.
- Das *Maximum Covering Location* Problem (MCLP)[409] zielt auf einen vom Pareto Prinzip bekannten Zusammenhang ab. Es ist zu erwarten, dass bereits mit nur wenigen Versorgungsstandorten ein großer Anteil der Einwohner erreicht werden kann, während eine vollständige Abdeckung nur durch die Ansiedlung einer größeren Anzahl von Standorten möglich ist. Da es unter Umständen nicht möglich ist, so viele Standorte wie nötig zu errichten (z.B. aufgrund von Budget- oder Flächenrestriktionen), besteht eine natürliche Variante der Standortstrukturplanung darin, für eine feste Anzahl von Standorten die Anzahl der versorgten Einwohner zu maximieren.

Da der Fokus auf der Bewertung der Umsetzbarkeit des SPaCiH-Konzeptes unter den gegebenen Rahmenbedingungen in NRW liegt, steht das Maximum Covering Location Problem im Vordergrund. Die Untersuchung erfolgt in Form von Szenarien. Hierunter wird eine Konstellation von Parametern verstanden, die in Bezug auf die Umsetzbarkeit einer nachhaltigen Versorgung der Einwohner in NRW untersucht wird. Ob dies erreicht wird, bestimmt sich über die redundanzfreie Abdeckung (vgl. Kapitel 3.2.3). Zentrale Parameter der Szenarien sind gemäß dem aufgezeigten Covering Problem a) der sogenannte Erreichbarkeitsradius, d.h. die maximale Distanz, die ein potenzieller Einwohner vom nächstgelegenen SPaCiH entfernt sein sollte und b) die Anzahl der SPaCiH-Standorte. Im Rahmen der Standortstrukturplanung gilt es, für definierte Szenarien, bei gegebenem Erreichbarkeitsradius und vorgegebener Standortanzahl die redundanzfreie Abdeckung zu ermitteln. Anschließend ist über einen Szenarien-Vergleich die beste Variante abzuleiten.

Nach Art des Planungsansatzes können die Szenarien in zwei Kategorien gegliedert werden:

- Brownfield-Planung: Dabei werden Szenarien unter Berücksichtigung der Bestandsstandorte (vgl. Kapitel 3.2.5.5.4) definiert. Hier werden in den IST-Szenarien, als Sonderform des Maximum Covering Location Problems, für unterschiedliche Standortkonstellationen die erreichbaren redundanzfreien Abdeckungen bestimmt. Die Standortkonstellationen wurden anhand der zuvor definierten Reifegrade der Bestandsstandorte abgeleitet. In den MIX-Szenarien werden in der Standortstrukturplanung unter Berücksichtigung der Bestandsstandorte für unterschiedliche Standortanzahlen Optimierungsrechnungen zur Ermittlung ergänzender neuer potenzieller SPaCiH-Standorte vorgenommen, mit dem Ziel die redundanzfreie Abdeckung zu maximieren.
- Greenfield-Planung: Hier werden losgelöst von den bestehenden Strukturen und Restriktionen Szenarien im Sinne einer Idealplanung definiert (vgl. Kapitel 3.2.4). Innerhalb der IDEAL-Szenarien wird die Standortanzahl für die in der Optimierungsrechnung variiert und somit werden potenzielle SPaCiH-Standortpositionen und die redundanzfreie Abdeckung ermittelt.

[407] Vgl. (Toregas, C., et al. , 1971).
[408] Vgl. (ReVelle, Toregas, & Falkson, 1976) und (ReVelle & Swain, 1970).
[409] Vgl. (Church & ReVelle, 1974).

Bei der Variation der Standortanzahl dient gemäß dem Location Set Covering Problem eine vollständige redundanzfreie Abdeckung als Orientierungsgröße.

Es ergeben sich somit die in Tabelle 3-6 aufgezeigten Untersuchungsszenarien:

Nr.	Szenario	Art	Anzahl Standorte	Beschreibung Planungsgrundlage	Kapitel	Reifegrad	Erreichbar-keitsradius
I	SZ IST 1	Brownfield IST-Szenario	66	Intermodale Standorte + DB-Cargo	3.1.5.1.4 a + b	1	20 km
II	SZ IST 2	Brownfield IST-Szenario	92	wie I + 26 Hafenstandorte ohne Containerumschlag	3.1.5.1.4 c	1+2	20 km
III	SZ IST 3	Brownfield IST-Szenario	115	wie II + 23 Ausschleuspunkte Prio A	3.1.5.1.4 d	1+2+3	20 km
IV	SZ IST 4	Brownfield IST-Szenario	161	wie III + 46 Ausschleuspunkte Prio B	3.1.5.1.4 d	1+2+3+4	20 km
V	SZ MIX	Brownfield IST mit Erweiterung	OPT*	wie I + Erweiterungsstandorte		1 + Neu**	20 km
VI	SZ IDEAL	Greenfield	OPT*	Idealplanung		Neu**	20 km

* Anzahl der Standorte ergibt sich aus der Optimierungsrechnung
** Standorte werden in der Optimierungsrechnung bestimmt

Tabelle 3-6: Definition der Untersuchungs-Szenarien

Bei der Standortplanung müssen unter Berücksichtigung der Szenarien die minimale Anzahl und die Position der SPaCiHs so identifiziert werden, dass kein potenzieller Einwohner weiter von einem SPaCiH entfernt ist als von der maximalen Abdeckungsdistanz, dem Erreichbarkeitsradius, vorgegeben. Für die Szenario-Definition ist der Erreichbarkeitsradius eine Variable, die für die Optimierungsrechnung in der Standortstrukturplanung festzulegen ist. Diesen ausschlaggebenden Parameter gilt es im Folgenden für alle Szenarien herzuleiten.

3.2.5.1.6 Definition des Erreichbarkeitsradius

Ein maßgeblicher Einflussfaktor auf die Abdeckung ist die Anzahl der gewählten Standorte. Je mehr Standorte in der Fläche verteilt werden, desto höher ist vorerst die zu erwartende Abdeckung. Die Distanz auf der Letzten Meile wird geringer, was dort zu einer Reduzierung der Transportkosten führt. Anderseits verursacht jeder SPaCiH-Standort Kosten, sodass dieser Trade-off zwischen Standort- und Transportkosten Teil einer Optimierung bei der Standortstrukturplanung ist. Aus Nachhaltigkeitsgesichtspunkten geht mit jedem SPaCiH eine Flächenversiegelung einher, was für eine möglichst geringe Anzahl an SPaCiHs spricht.

Im Rahmen dieses Projektes geht es zunächst um die Untersuchung der Umsetzbarkeit des SPaCiH-Konzeptes als nachhaltiges Versorgungskonzept der Einwohner in NRW. Es stellt sich somit die Frage, was ein sinnvoller Ansatz für die Definition des Nahbereiches eines SPaCiHs ist. Im Zusammenhang mit der Verteilung der Einwohner in NRW, wurde bereits die unterschiedliche Bevölkerungsdichte aufgezeigt Abbildung 3-14, wodurch sich ländliche Regionen von städtischen differenzieren lassen. „Der ländliche Raum stellt das Gegenstück zum urbanen Raum dar. Allerdings hat der Trend zur Verstädterung auch in den ländlichen Gebieten Einzug gehalten und verursacht somit eine starke Abhängigkeit des ländlichen Raumes von seiner am nächsten gelegenen Stadt.“[410] „Die Ortsgröße, sowie Bebauungs- und Bevölkerungsdichte ist im Vergleich zur Stadt wesentlich geringer, zwischenmenschliche Beziehungen sind im ländlichen Raum enger und überschaubarer; Hinsichtlich des Bruttoinlandsproduktes ist die Wirtschaftskraft geringer als in Verdichtungsgebieten, es besteht eine

[410] (Henkel, 2004).

starke Abhängigkeit zum städtischen Raum hinsichtlich der Zentralität und Infrastruktur."[411] Gegenwärtig bestehen zahlreiche Initiativen zur Stärkung des ländlichen Raumes. Auch mit dem SPaCiH-Konzept soll hierzu ein Beitrag geleistet werden, in dem über die SPaCiHs auch eine nachhaltige Versorgung der Einwohner des ländlichen Raums sichergestellt wird. Hierzu wird die Standortwahl nicht von vornherein auf einzelne Städte ausgerichtet, sondern auf Liefergebiete im Umkreis der SPaCiHs. Hierbei soll zunächst nicht zwischen Stadt und ländlichem Raum differenziert werden, sondern vielmehr der Nahbereich der Versorgung, d.h. das Liefergebiet im Erreichbarkeitsradius um einen SPaCiH-Standort, für die Standortstruktur-Szenarien als konstant gewählt werden.

Bei der Festlegung des Erreichbarkeitsradius sind die „idealen" Anforderungen des SPaCiH-Konzeptes zu beachten, nämlich mit Bahn und/ oder Binnenschiff möglichst nah an das Liefergebiet zu gelangen und die Distanz der Letzten Meile möglichst gering zu halten. Daher soll, orientiert am Konzept der City Hubs, der Radius des Liefergebietes am Aufbau einer Stadt aus logistischer Sicht abgeleitet werden. Hierzu wird auf die Ausführungen in der Studie: „Standortkompass – Flächen- und Beschäftigungspotenziale in den deutschen Logistikregionen" zurückgegriffen.[412]

Hier wird ausgeführt:

„Bei der Betrachtung von Stadtstrukturen im Allgemeinen ist ein immer wiederkehrendes Bild im strukturellen Aufbau zu erkennen: Im Inneren der Stadtkern, ein (Innen-) Stadtring um die Innenstadt, in weiterem Umkreis eine Autobahn oder ein Autobahnring (Abbildung 3-25). Im weiter außerhalb liegenden Bereichs der Stadt wächst die Quantität an potenziellen Flächen an, allerdings steigt auch die Entfernung zum Stadtgebiet und zum damit verbundenen Absatz- und Arbeitsmarkt. Je weiter Logistik-Immobilien, deren Aufgabe es ist, die jeweiligen Städte zu versorgen, von der Stadt entfernt angesiedelt sind, desto höher sind ggf. Transportkosten oder Anfahrtswege der Arbeitnehmer."[413]

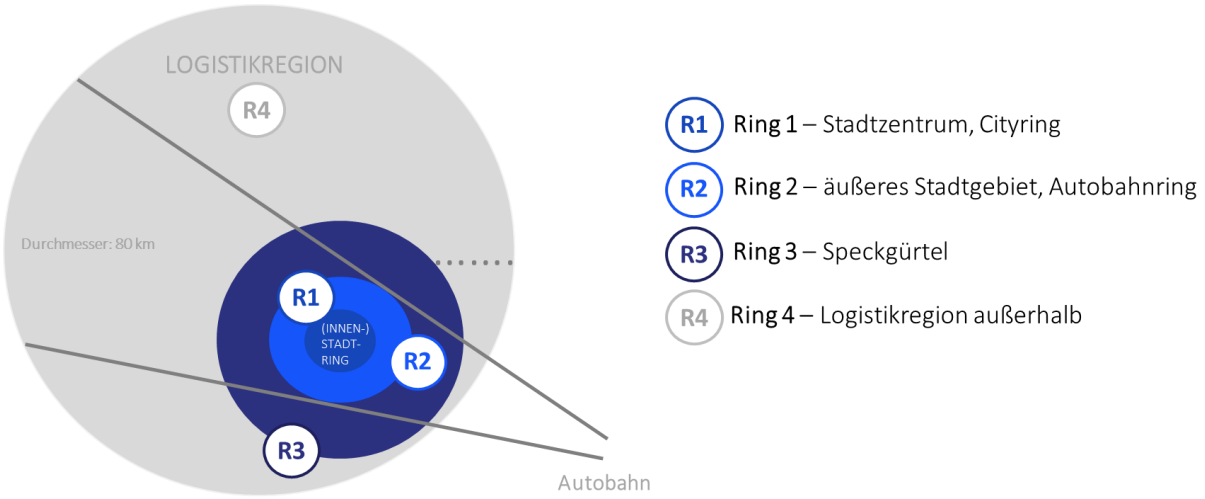


Abbildung 3-25: Aufbau einer Stadt aus logistischer Perspektive[414]

Gemäß Standortkompass können die typischen vier Ringe einer Stadt wie folgt charakterisiert werden:[415]

411 (Henkel, 2004).
412 Vgl. (Nehm & Veres-Homm, 2018).
413 (Nehm & Veres-Homm, 2018).
414 (Nehm & Veres-Homm, 2018).
415 Vgl. (Nehm & Veres-Homm, 2018).

- R1 Stadtzentrum, Cityring
  In der Innenstadt befinden sich wichtige infrastrukturelle Bündelungspunkte wie beispielsweise der Hauptbahnhof. Von diesem Ort aus ist die größtmögliche Zahl an Arbeitskräften zu erreichen. Ebenso ist in diesem Ring der Absatz- bzw. Konsumentenmarkt am stärksten. In diesem Bereich herrscht der intensivste Wettbewerb verschiedener Assetklassen[416] um potenzielle Grundstücke, die Bodenpreise sind dementsprechend hoch. Gleichzeitig hat diese Lage die höchste Ansiedlungsattraktivität.
- R2 Äußeres Stadtgebiet, Autobahnring
  Dieses Gebiet grenzt sich häufig mit einem Autobahnring oder einer Bundesstraße vom Stadtgebiet ab. In sehr vielen Fällen ist die Entfernung dieses Ringes etwa doppelt so weit vom Stadtkern entfernt wie der erste Ring.
- R3 Der Speckgürtel
  Der Speckgürtel stellt die nach wie vor intensiv zum Wohnen und gewerblich genutzten Ausläufer eines Ballungsraumes dar und variiert in seinem Radius je nach Größe der Kernstadt zwischen 8 und 24 km (modellhaft). Innerhalb und außerhalb des Speckgürtels steigt folglich die Zahl der möglichen kommunalen Ansprechpartner für eine mögliche Ansiedlung. Zudem steigt die Anzahl der Optionen, in denen größere zusammenhängende Flächen erworben werden können.
- R4 Logistikregion außerhalb
  Der Radius von 40 km stellt für die logistischen Funktionen der Regionalversorgung eine typische Grenze dar und wird dementsprechend als äußerster Rand einer Logistikregion, unabhängig von der Größe des darin liegenden Ballungsraumes, angenommen.

In der „Standortkompass“ Studie wurden mit dem „4 Ringe Modell“ einzelne Städte in Deutschland analysiert. Im Ergebnis zeigte sich, dass die beschriebene Struktur in zahlreichen Städten sehr ähnlich ist. Die beschriebenen Entfernungen der Ringe vom Stadtkern in Abhängigkeit zur Stadtgröße, gemessen in Anzahl Einwohner, unterscheiden sich jedoch erwartungsgemäß. Die Größe der Logistikregion (Ring 4) bildet jeweils den Rahmen und bleibt daher gleich.[417] In der Studie wird nicht explizit benannt, wie viele Städte untersucht wurden, es kann aber vermutet werden, dass die in der Tabelle benannte Anzahl an Städten die Basis der Untersuchung bildeten. Auch wenn dies nicht repräsentativ wäre, liefert die Untersuchung doch wertvolle Anhaltspunkte für die Dimensionierung des Erreichbarkeitsradius der SPaCiH-Liefergebiete. Um die benannten Werte auf NRW zu projizieren, wurde die Größe der Städte in NRW anhand der Einwohneranzahl untersucht und die Anzahl der Städte in NRW je Größen-Cluster in der Abbildung 3-26 ergänzt. Die Basis dazu bildet die Liste mit den 60 größten Städten in NRW (siehe Tabelle 3-11). Ergänzend zu den Größen-Clustern der Abbildung 3-26 kann festgestellt werden, dass sich 30 Städte in der Klasse 50.000 bis 100.000 Einwohner finden. Diese Städte lägen somit mit den Radien tendenziell nochmals unterhalb des kleinsten Stadt-Größen-Clusters gemäß Abbildung 3-26.

[416] Den Begriff Assetklassen nutzt man in der Immobilienbranche um zwischen Bauweise, Nutzung und Qualität verschiedener Immobilien zu unterscheiden. Übergeordnete Assetklassen sind z.B. Wohn-, Gewerbe- und Sonderimmobilien.

[417] Vgl. (Nehm & Veres-Homm, 2018).

STADTGRÖSSE (EINWOHNER-ANZAHL)	ANZAHL DER STÄDTE IN DEUTSCHLAND	BEISPIELE	R1 CITYRING, ENTFERNUNG VOM STADTZENTRUM IN KM	R2 AUTOBAHNRING ENTFERNUNG VOM STADTZENTRUM IN KM	R3 SPECKGÜRTEL, ENTFERNUNG VOM STADTZENTRUM IN KM	ANZAHL DER STÄDTE IN NRW *
> 1 Mio.	4	• Berlin • München • Hamburg • Köln	6	12	> 24	1
500.000-1 Mio.	10	• Frankfurt • Bremen • Nürnberg • Stuttgart • Leipzig • Hannover • Düsseldorf • Dortmund • Essen • Dresden	5	10	> 20	3
200.000-500.000	26	• Duisburg • Erfurt • Mannheim • Magdeburg	4	8	> 16	11
100.000-200.000	40	• Erlangen	2	4	> 8	15

Abbildung 3-26: Orientierungspunkte zur Ableitung der Versorgungsgebiete eines SPaCiHs[418]

Die Studie „Standortkompass“ nimmt für die Positionierung eines Logistikbetriebs eine maximale Entfernung zum Stadtkern von etwa 40 km an. Dies entspricht dem durchschnittlichen Radius für Verteilverkehre zur Filialversorgung im Handel oder auch der Zustellverkehre von KEP-Dienstleistern.[419] Außerhalb dieses Radius muss die jeweilige Wirtschaftlichkeit des Logistikbetriebs für ballungsraumaffine Leistungen in Frage gestellt werden.[420]

Somit läge die Obergrenze der Dimensionierung des Erreichbarkeitsradius der SPaCiH-Liefergebiete bei 40 km. Es ist zu beachten, dass NRW ein besonders dicht besiedeltes Bundesland ist, sodass für die SPaCiH-Untersuchung ein Erreichbarkeitsradius von 40 km als Ausgangspunkt zu groß erscheint. Orientiert man sich an den durchschnittlichen Entfernungen für den Vor- bzw. Nachlauf der Verkehre per Bahn und Binnenschiff gemäß der Verkehrsverflechtungsprognose 2030 des BMVI zeigt die Untersuchung einen durchschnittlichen Vor- bzw. Nachlauf zu Bahnterminals in NRW von ca. 30 km. Ziel ist es, gegenüber der IST-Situation eine deutliche Verbesserung zu erzielen. Gemessen an dem 4-Ringemodell wird deutlich, dass R1 Stadtzentrum für eine SPaCiH-Ansiedlung aufgrund von Flächenknappheit und extremer Grundstückskosten wahrscheinlich nicht in Frage kommt. Je weiter man sich vom Stadtkern entfernt, desto günstiger werden die Verhältnisse in Bezug auf Flächenverfügbarkeit und Grundstückspreise. Ring 2 Äußeres Stadtgebiet, Autobahnring erscheint in Bezug auf diese Kriterien durchaus noch kritisch. Entsprechend weist auch die Studie „Standortkompass“ den Speckgürtel als den Bereich aus, in dem die Anzahl der Optionen, größere zusammenhängende Flächen zu erwerben, steigt.[421] Damit liegt der Radius je nach Größe der Kernstadt in einer Bandbreite zwischen 8 und 24 km (Abbildung 3-26). Untersucht man zusätzlich die Kennzahl Einwohner je km² in den Top-60-Städten und vergleicht diese Kennzahl mit den Städten aus NRW, die als Beispiel in Abbildung 3-26 angeben werden, so decken die Städte mit ähnlichen Kennzahlen, wie die

[418] Vgl. Standortkompass nach (Nehm & Veres-Homm, 2018), erweitert um den Status quo in NRW aus (Wikipedia, 2019)
[419] Vgl. (Nehm & Veres-Homm, 2018).
[420] Vgl. (Nehm & Veres-Homm, 2018).
[421] Vgl. (Nehm & Veres-Homm, 2018).

im Größen-Cluster 2 benannten NRW-Städte, 50 % der Einwohner der Top-60-Städte ab. Köln ist dabei die einzige Stadt im Größen-Cluster 1. Zur Repräsentation der Städte erscheint daher der untere Rand des Speckgürtels im Größen-Cluster 2, also ein Erreichbarkeitsradius von 20 km, als guter Startwert für die Szenarien-Untersuchung. Ziel ist es über die Standortstruktur auch im ländlichen Raum tragfähige Liefergebiete mit einem Erreichbarkeitsradius von 20 km, um das zugeordnete SPaCiH zu ermitteln.

Fazit: Abgeleitet aus der Betrachtung von Stadtstrukturen wird für die Szenario-Planung der Erreichbarkeitsradius mit 20 km angenommen.

3.2.5.2 Szenarienanalyse und -vergleich

Bewertungsgrundlage der Ergebnisse der Standortstrukturplanung

Die Kennzahl „Abdeckung“ dient neben der Standortanzahl zur Bewertung der Ergebnisse im Rahmen der in der Standortstrukturplanung untersuchten Szenarien.[422] Sie beschreibt das Verhältnis der Einwohneranzahl, die in einem definierten Umkreis um die SPaCiH-Standorte erreicht werden können, zu der Gesamtanzahl der Einwohner. Der durch den Erreichbarkeitsradius um einen SPaCiH definierten geographischen Raum wird als SPaCiH-Liefergebiet bezeichnet. Je nach geographischer Verteilung der Standorte in der SPaCiH-Standortstruktur kann es Überlappungen der Liefergebiete geben. Die Kennzahl „Abdeckung“ kann somit Redundanzen aufweisen, da in Überlappungsbereichen die gleichen Einwohner mehreren SPaCiH-Standorten zugeordnet werden. Das Ausmaß der Redundanz kann als Ineffizienz bewertet werden, da zur Versorgung der Einwohner zu viele SPaCiH-Standorte bestehen. Diese Ableitung muss aber im Kontext der notwendigen Kapazitäten der SPaCiH-Standorte betrachtet werden. Redundanzen können aus Kapazitätsgesichtspunkten sinnvoll sein. Dies gilt z.B. dann, wenn aufgrund limitierter Flächen der notwendige Flächenbedarf zur Versorgung der Einwohner nicht an einem Ort verfügbar ist. Eine zentrale Lösung ist dann nicht möglich, es muss dezentralisiert werden, indem SPaCiH-Standorte oder einzelne Funktionalitäten eines SPaCiHs auf mehrere Orte verteilt werden.

Redundanzen in der Abdeckung können auch als Beitrag zum Projektziel Resilienz der Versorgung gewertet werden. Die Versorgungssicherheit steigt, weil die Lieferkette durch das Vorhandensein alternativer Lieferquellen (SPaCiH) anpassungs- und widerstandfähiger wird gegenüber Störungen. Um zu bewerten, in welchem Ausmaß die Einwohner in NRW von, den in einer SPaCiH-Standortstruktur definierten SPaCiH-Standorten, in einer definierten Distanz versorgt werden können, ist eine redundanzfreie Betrachtung notwendig. Dazu werden die Einwohner im Erreichbarkeitsradius um die SPaCiH jeweils dem geographisch nächsten SPaCiH-Standort zugeordnet. Die redundanzfreie Abdeckung lässt somit die Aussage zu, wie viel Prozent der Einwohner in NRW über die SPaCiH-Standortstruktur in einer definierten Distanz erreichbar sind. Über diese Kennzahl kann die Güte der Standortstruktur in Bezug auf eine Versorgung über ein SPaCiH im Nahbereich erreicht werden.

Ergebnisse der Standortstrukturplanung

Tabelle 3-7 zeigt wesentliche Ergebnis- und Bewertungsgrößen für die, im Rahmen der Standortstrukturplanung, untersuchten Szenarien (vgl. Tabelle 3-6: Definition der Untersuchungs-Szenarien). Auf dieser Grundlage können die Szenarien bewertet und verglichen werden.

[422] Alle Ergebnisse basieren auf der Standortplanungs-Tool-Suite der Goinno GmbH. Wir bedanken uns für die exklusive Bereitstellung zur Berechnung der Szenarien im Forschungsprojekt SPaCiH.

Nr.	Szenario	Anzahl Standorte	davon anzupassende bzw. neue Standorte	Abs. Anzahl Einwohner redundanzfrei in 20 km	% Abdeckung NRW	Delta zu SZ IST 1	Abs. km x Einwohner*	Ø km pro Einwohner*	Delta zu SZ IST 1**
I	SZ IST 1	66	keine	14.521.557	81,1 %		125.084.786	8,61	
II	SZ IST 2	92	26 Häfen ohne Containerumschlag	15.081.201	84,2 %	3,1 %	118.724.288	7,87	-9 %
III	SZ IST 3	115	23 Ausschleuspunkte Prio A	15.122.176	84,4 %	3,4 %	115.083.504	7,61	-12 %
IV	SZ IST 4	161	46 Ausschleuspunkte Prio B	15.143.871	84,5 %	3,5 %	112.954.731	7,46	-13 %
V	SZ MIX	76	37 neue Standorte	17.635.027	98,4 %	17,4 %	129.344.150	7,33	-15 %
VI	SZ IDEAL	50	50 neue Standorte	17.737.022	99,0 %	17,9 %	141.268.779	7,96	-8 %

* Hinweis: Diese Werte beziehen sich jeweils nur auf das abgedeckte Gebiet und sind somit nicht unmittelbar vergleichbar.
** Da die Bezugsbasis nicht identisch ist können diese Werte nur zur groben Orientierung dienen (vgl. Erläuterung im Text).

Tabelle 3-7: Szenarien-Vergleich

In Abhängigkeit von den Szenarien zeigt die Spalte „Abs. Anzahl Einwohner“, die im Erreichbarkeitsradius der jeweils zugrundeliegenden Standorte erfassten Einwohner, und zwar redundanzfrei. Daraus ergibt sich, bezogen auf die Gesamtanzahl der Einwohner in NRW, die redundanzfreie Abdeckung in der Spalte „% Abdeckung“. Die IST-Situation im Szenario I dient als Referenz für die in Spalte „Delta zu SZ IST I“ ausgewiesene prozentuale Veränderung der Abdeckung der einzelnen Szenarien.

Als Kennzahl zur Abschätzung der notwendigen Transportleistung in den Szenarien wird die Anzahl der abgedeckten Einwohner jeweils mit der Distanz zum nächsten SPaCiH-Standort multipliziert. Das Ergebnis zeigt die Spalte „Abs. km x Einwohner“. WICHTIG: Dieser Wert ist nur als Orientierung zu betrachten, da nur die jeweils abgedeckten Einwohner einbezogen wurden. Da die Szenarien sich diesbezüglich unterscheiden, darf der Wert nicht unmittelbar verglichen werden. Eine Ausnahme bilden die Szenarien, die jeweils ähnliche Abdeckungswerte aufweisen. Gleiches gilt für die Spalten „Ø km pro Einwohner“ und „Delta zu SZ IST 1“. Die „Ø km pro Einwohner“ ergibt sich durch Division der „Abs. km x Einwohner“ durch die „Abs. Anzahl Einwohner“. Da in den Szenarien V und VI nahezu alle Einwohner in NRW abgedeckt werden, können hier die Kennzahl „Abs. km x Einwohner“ und „Ø km pro Einwohner“ verglichen werden. In den übrigen Fällen gilt die Kennzahl nur für die abgedeckten Gebiete. Somit ist zu erwarten, dass die in Spalte „Delta zu SZ IST 1“ ausgewiesene prozentuale Veränderung der Ø km pro Einwohner in Bezug auf Szenario I ein Orientierungswert ist, der eigentlich zu niedrig ist. Denn alle nicht abgedeckten Einwohner liegen außerhalb des Erreichbarkeitsradius.

Bewertung und Vergleich der Szenarien

Die Erarbeitung einer optimalen Standortstruktur (optimale Anzahl und Anordnung der SPaCiHs im Netz und Zuordnung der Einwohner zum SPaCiH), maximiert die Transportsynergien einer ganzen Region. Dies wird im nachfolgenden Szenario-Vergleich aufgezeigt:

Szenario I: 81 % Abdeckung innerhalb von 20 km um die bestehenden Intermodalen Standorte

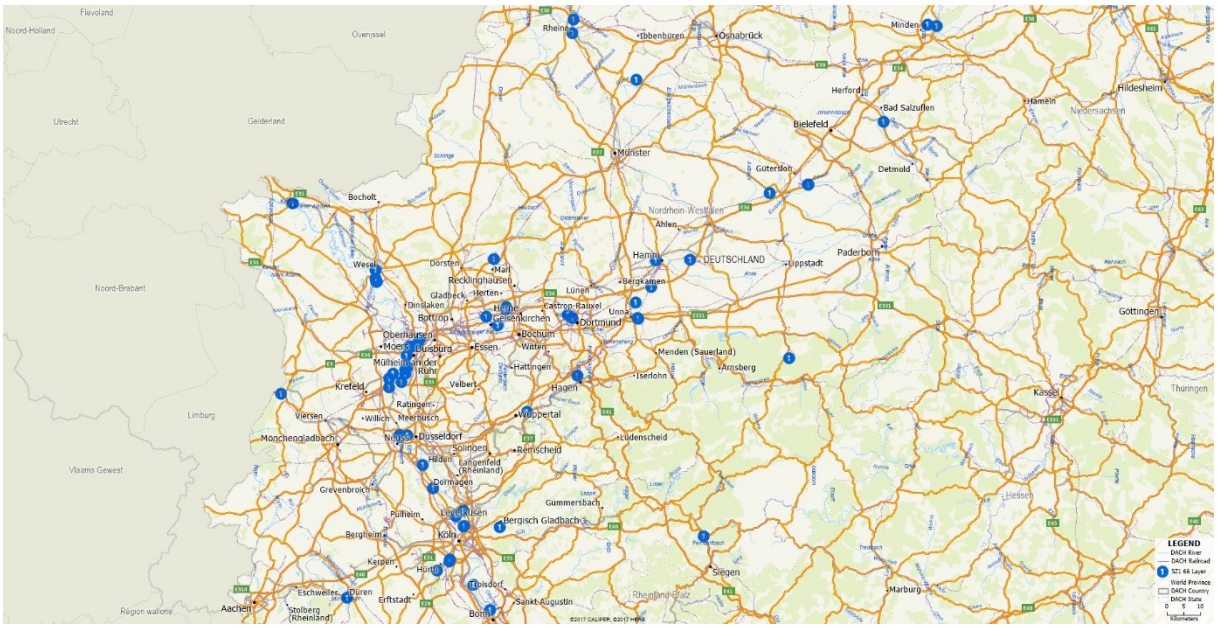


Abbildung 3-27: Standortstruktur Szenario I – Bestehende intermodale Standorte in NRW vgl. Tabelle 3-6[423]

Szenario I basiert auf 66 bestehenden intermodalen Standorten in NRW gemäß der Intermodalmap ergänzt um KV-Terminals gemäß der DB-Cargo (vgl. Kapitel 3.2.5.1.4). Es deckt bereits 81 % der Einwohner in NRW ab. Abbildung 3-28 veranschaulicht, gestaffelt nach Entfernungsclustern, die Anzahl der abgedeckten Einwohner je Entfernungscluster und deren Anteil an der Gesamtbevölkerung in NRW. Zudem wird in der Abbildung die über die Entfernungscluster kumulierte redundanzfreie Abdeckung aufgezeigt. Innerhalb des abgedeckten Bereiches beträgt die durchschnittliche „reale“[424] Entfernung je Einwohner vom SPaCiH 8,6 km. Damit liegt der Durchschnittswert schon nah an dem unteren Rand des Radius vom Stadtkern zum Ring 3, dem sogenannten Speckgürtel (vgl. Kapitel 3.2.5.1.6). Wie bereits in Abbildung 3-26 gezeigt wurde, weist in der Städte-Größen-Kategorie 4, mit 100.000 bis 200.000 Einwohnern, für den Radius den Wert > 8 km aus. Dies zeigt, dass sich der aus der Stadtstruktur abgeleitete Radius zur Definition der SPaCiH-Liefergebiete von 20 km über die Szenario-Planung als realistisch erweist.

[423] Hinweis: Einige Terminals in der Karte überlagern (vgl. Tabelle 3-1: Auswertung der geographischen Lage intermodaler Terminals in NRW).

[424] Reale Entfernung meint, dass die Entfernungen über ein Routing im Straßennetz bestimmt wurden.

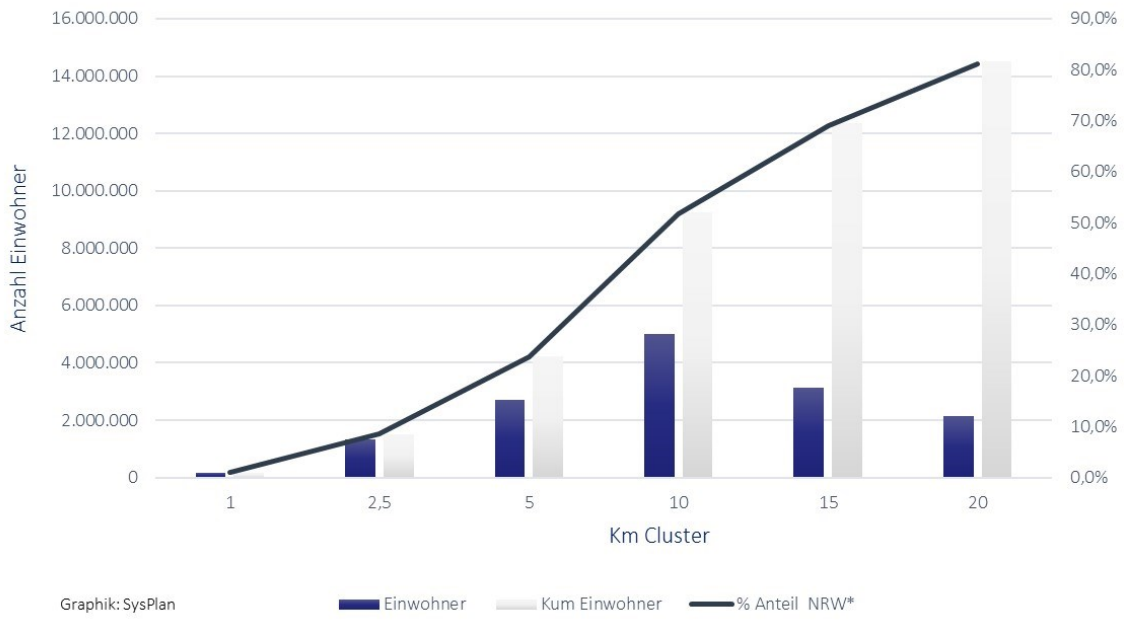


Abbildung 3-28: Szenario I mit 81 % Abdeckungspotenzial Einwohnern in NRW (Bild: SysPlan)

Bei genauerer Untersuchung der Standorte des Szenarios I zeigt sich, dass mit 31 von 66 Standorten bereits 80 % der erreichten Gesamtabdeckung von 81 % (also ca. 65 % Abdeckung) erzielt werden können (Abbildung 3-29). Hierbei ist der Hinweis in Kapitel 3.2.5.1.4 zu beachten, dass es sich bei den untersuchten Standorten um Terminals handelt, die häufig in räumlicher Nähe zueinander vorliegen, z.B. weist allein der Hafen Duisburg 13 Terminalstandorte auf. Erwartungsgemäß liegen somit erhebliche Redundanzen bei der Belieferung vor, d.h. zahlreiche Einwohner können bei einer Entfernungsgrenze von 20 km von mehreren SPaCiH-Standorten erreicht werden. Dies begünstigt die Resilienz der Lieferkette, führt aber bei Nutzung einer in Bezug auf die Entfernung nicht optimalen Lieferbeziehung zu einem höheren Ressourcenverbrauch. Dieses Paradoxon muss jedoch im Kontext der notwendigen Kapazitäten der SPaCiH-Standorte betrachtet werden. Dies könnte Gegenstand eines Realisierungsprojektes sein. Kapazitätsrestriktionen der Terminals wurden bei der hier vorgenommenen Standortstrukturplanung zunächst nicht berücksichtigt (vgl. Handlungsfelder in Kapitel 3.2.5.4). Aus Kapazitätsgesichtspunkten können Redundanzen sinnvoll sein. Dies gilt z.B. dann, wenn der notwendige Flächenbedarf zur Versorgung der Einwohner nicht an einem Ort verfügbar ist. Eine zentrale Lösung ist dann nicht möglich und es muss dezentralisiert werden, indem SPaCiH-Standorte oder einzelne Funktionalitäten eines SPaCiHs auf mehrere Orte verteilt werden.

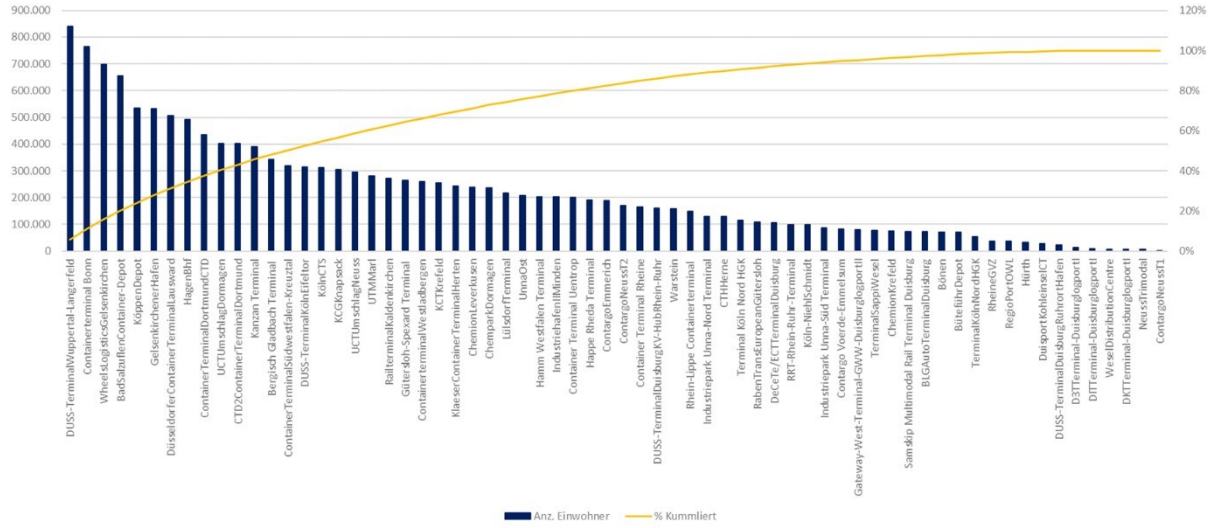


Abbildung 3-29: Abdeckungspotenzial in Anzahl Einwohnern je Standort Szenario I (Bild: SysPLan)

Fazit Szenario I: Die Idee der nachhaltigen Versorgung durch SPaCiHs in NRW, die per Bahn und Binnenschiff vernetzt sind, könnte umgesetzt werden. Bereits mit dem Bestand an intermodalen Standorten könnten 81 % der Einwohner in NRW erreicht werden.

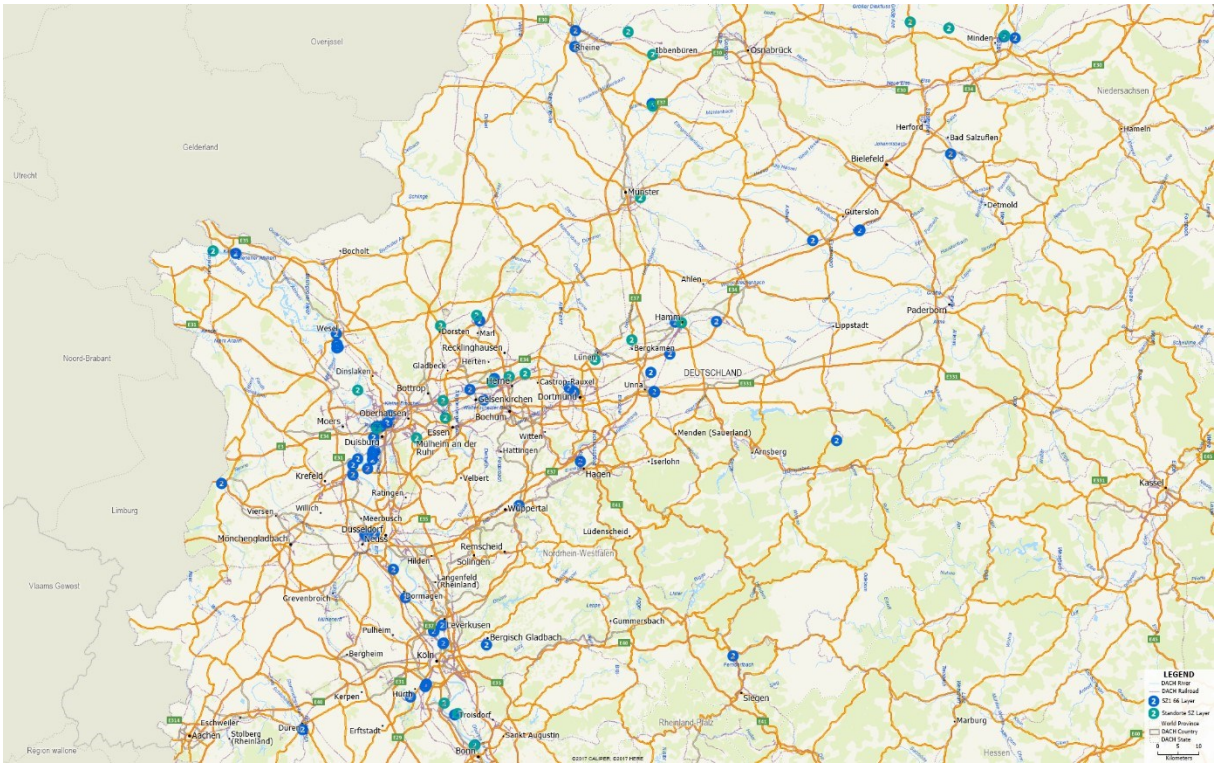


Abbildung 3-30: Standortstruktur gemäß Szenario II (wie I + Hafenstandorte vgl. Tabelle 3-6)

Mit dem **Szenario II** werden 26 Hafenstandorte (aus der NRW-Hafenstatistik – in Abbildung „grüne Punkte“), die aktuell keinen Containerumschlag aufweisen, zum Bestand der intermodalen Standorte (Szenario I – in Abbildung „blaue Punkte“) ergänzt. Im Ergebnis zeigt sich, dass trotz der Steigerung der Standortanzahl um ca. 47 % eine zusätzliche redundanzfreie Abdeckung von nur ca. 3 % erreicht wird. Absolut gesehen werden aber immerhin ca. 560.000 Einwohnern mehr erreicht. Zudem kann die Kennzahl zur Abschätzung der Transportleistung (Einwohnern x Km) um 5 % reduziert werden. Dies

entspricht ca. 6,3 Mio. Einwohnern x Km. Dennoch zeigt dies, dass die 26 ergänzten Hafenstandorte eine hohe Überlappung mit den Liefergebieten der bestehenden intermodalen Standorte aufweisen. Unter Abdeckungsgesichtspunkten sind somit die ergänzten Standorte, bis auf Ibbenbüren und Münster, wenig effektiv in Bezug auf eine zusätzliche Abdeckung. Die durchschnittliche Entfernung je Einwohner vom SPaCiH sinkt gegenüber Szenario I um ca. 9 % auf etwa 7,9 km. Insbesondere die Entfernungscluster bis 5 km und bis 10 km zeigen einen deutlichen Zuwachs.

Fazit zum Szenario II: Die ergänzten Standorte sind insbesondere unter Kapazitätsgesichtspunkten für eine mögliche Ausplanung des SPaCiH-Netzwerkes äußerst interessant. Die Standorte Ibbenbüren und Münster werden in der Metaplanung unter Abdeckungsgesichtspunkten berücksichtigt.

Szenario III stärkt insbesondere die Binnenschifffahrt im SPaCiH-Netzwerk, indem das Standortportfolio gemäß Szenario II um 23 besonders geeignete Ausschleuspunkte entlang der Flüsse und Kanäle in NRW ergänzt wird (vgl. Kapitel 3.2.5.1.4). Im Ergebnis zeigt sich, dass die redundanzfreie Abdeckung lediglich um 0,2 % ansteigt. Dies macht deutlich, dass hier eine signifikante Redundanz der Versorgung mit den Standorten aus Szenario II besteht. Die durchschnittliche Entfernung je Einwohner vom SPaCiH sinkt gegenüber Szenario I um ca. 12 % auf etwa 7,6 km.

Fazit zum Szenario III: Das Szenario III und IV untersuchen den Effekt von Ausschleuspunkten an Flüssen und Kanälen und zeigen ein ähnliches Verhalten. Sie werden daher im Folgenden gemeinsam bewertet.

Szenario IV gestaltet sich ähnlich wie Szenario III. Auch hier wird mit zusätzlichen 46 Ausschleuspunkten, die zunächst mit der Priorität B versehen wurden, die Binnenschifffahrt im SPaCiH-Netzwerk gestärkt. Trotz der signifikanten Steigerung der Standortanzahl um 41 % gegenüber Szenario III steigt die Abdeckung minimal um 0,1 % auf 84,5 %. Die durchschnittliche Entfernung je Einwohner vom SPaCiH sinkt gegenüber Szenario I um ca. 13 % auf etwa 7,5 km.

Der Übergang von Szenario II nach III und IV erbringt bei der Abdeckung nahezu keinen Zuwachs. Dies zeigt, dass die bei Szenario III und IV ergänzten Standorte gegenüber den Standorten aus Szenario II kaum neues Abdeckungspotenzial aufweisen. Die Redundanz bei der Versorgung steigt. Dennoch kann festgestellt werden, dass die erreichten Einwohner im Nahbereich von 5 km signifikant steigen. Damit bestätigt das Ergebnis die grundsätzliche Überlegung, dass die in den Szenarien III und IV ergänzten Anlegestellen im Sinne der SPaCiH Typologie eher City-SPaCiHs sind und somit Schnittstellen des SPaCiH-Netzes zum Netz der der Letzen Meile repräsentieren (vgl. Kapitel 2.4.1).

Um die Abdeckung im Nahbereich genauer zu untersuchen, werden die 69 Anlegestellen aus den Szenario III und IV nochmals separat hinsichtlich der Abdeckung analysiert (Abbildung 3-31).

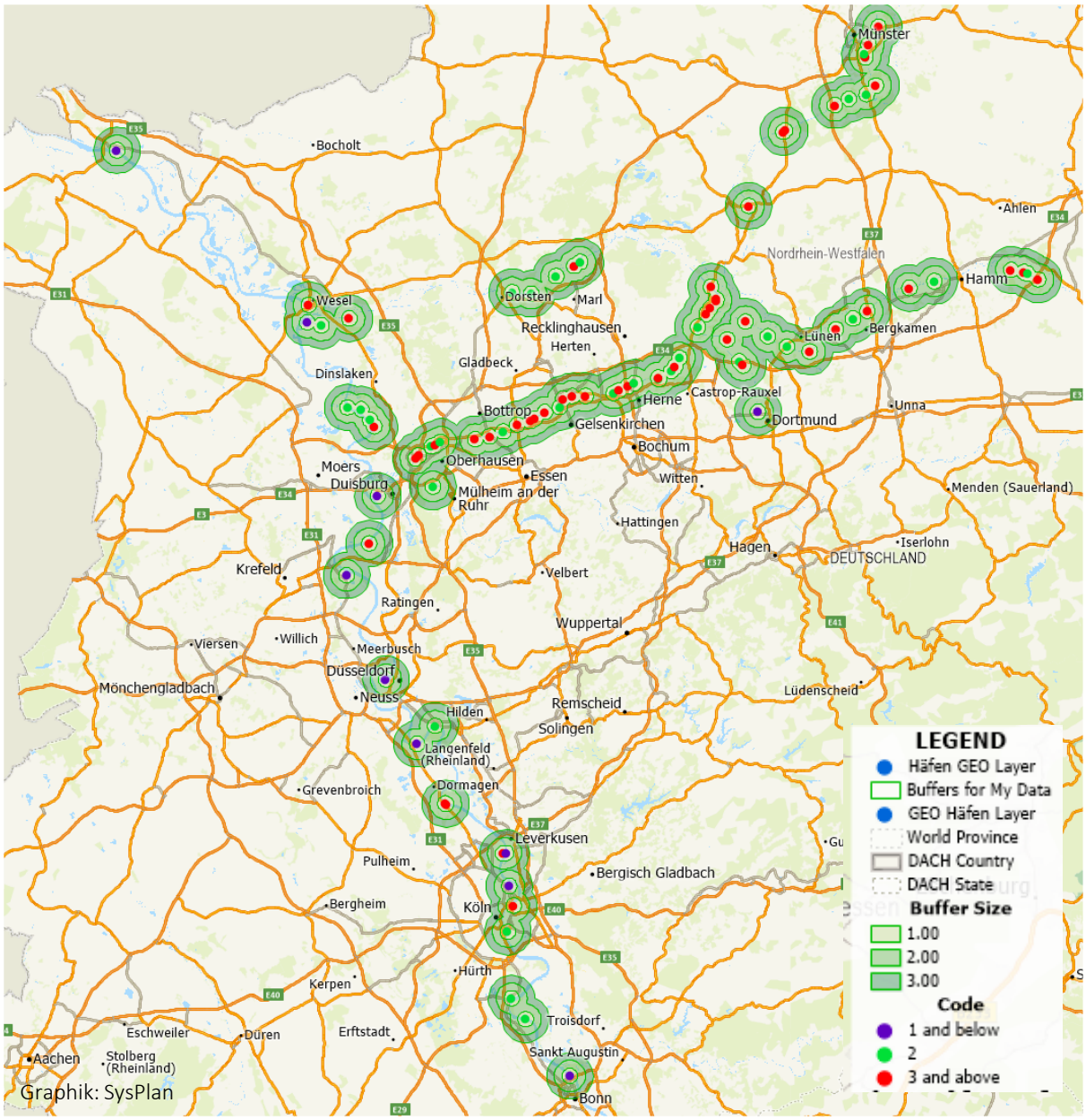


Abbildung 3-31: Radien von 1- 3 km um die Anlegestellen (City-SPaCiH) (Bild: SysPlan)

Die Bewertung der Anlegestellen von Seiten des DST in Bezug auf die Eignung für Umschlagsaktivitäten kann in Abbildung 3-31 anhand der Farbgebung abgelesen werden:

- Blaue Punkte = bestehende Häfen
- Grüne Punkte = günstig
- Rote Punkte = ungünstig, muss näher untersucht werden

Die Analyse der Abdeckung zeigt, dass eine signifikante Anzahl von Einwohnern im Nahbereich erreichbar ist. So können in dem für Lastenräder interessanten Aktionsradius von bis zu 3 km bereits 10 % der Einwohner in NRW erreicht werden. Für die derzeit in der Reichweite noch begrenzten E-Lkw zeigt die Untersuchung ein attraktives Ergebnis. Innerhalb eines 20 km Radius, um die per Binnenschiff angebundenen potenziellen City-SPaCiHs, können über die Hälfte der Einwohner in NRW erreicht werden. Wie in Abbildung 3-31 ersichtlich, überlappen sich die möglichen Liefergebiete der Anlegestellen. Die in Tabelle 3-8 aufgezeigten Abdeckungen sind jedoch redundanzfrei ermittelt

worden, indem jeweils der nächstgelegene Ausschleuspunkt bestimmt wurde. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Idee der nachhaltigen Versorgung durch SPaCiHs in Abnehmernähe, die per Binnenschiff angebunden sind, aus der Perspektive der Abdeckung tragfähig und attraktiv ist. In einem Realisierungsprojekt gilt es, Szenarien für die damit verbundenen Mengenströme zu ermitteln und die neuen Lieferketten unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu bewerten.[425]

Km Cluster	Einwohner	% Anteil NRW*	Kum Einwohner	% Anteil NRW
1	222.378	1,2 %	222.378	1,2 %
3	1.573.249	8,8 %	1.795.627	10,0 %
5	1.673.272	9,3 %	3.468.899	19,4 %
10	3.295.330	18,4 %	6.764.229	37,8 %
15	2.000.383	11,2 %	8.764.612	48,9 %
20	1.295.163	7,2 %	10.059.775	56,2 %

Tabelle 3-8: Abdeckungsanalyse Radien von 1- 3 km um die Anlegestellen „Virtuellen Häfen“ (City-SPaCiH)

Fazit Szenario III und IV:

Im **Fazit zum Szenario III und IV** bleibt festzuhalten, dass die Idee der nachhaltigen Versorgung durch SPaCiHs in Abnehmernähe, die per Binnenschiff angebunden sind, tragfähig ist. Die ergänzten Standorte sind unter Kapazitätsgesichtspunkten für eine mögliche Ausplanung des SPaCiH-Netzwerkes interessant. Besonders wertvoll erscheinen die Standorte zur signifikanten Erweiterung der Netzfähigkeit der Binnenschifffahrt im Kontext einer nachhaltigen Versorgung von Städten und dem ländlichen Raum. Hierzu sollten die Standorte in einem Realisierungsprojekt als potenzielle City-SPaCiH untersucht werden.

Die Szenarien I-IV sind im Wesentlichen eine systematische Analyse der Realisierbarkeit des SPaCiH-Konzeptes mit Standorten, die grundsätzlich als geeignete SPaCiH-Standorte identifiziert wurden, wenngleich diese in Bezug auf eine Umsetzung einen unterschiedlichen Reifegrad aufweisen (vgl. Kapitel 3.2.5.1.4). Mit dem **Szenario V** wird eine **Brownfield-Planung** vorgenommen. Dabei werden unter Berücksichtigung der Bestandsstandorte Optimierungsrechnungen zur Ermittlung ergänzender neuer potenzieller SPaCiH-Standorte vorgenommen. Abgeleitet aus der zuvor aufgezeigten Diskussion zum geringen Abdeckungszuwachs in den Szenerien II bis IV, wurden die 66 Standorte des Szenarios I als Bestandsstandorte gewählt.

[425] (Beckmann & Ries, 2022).

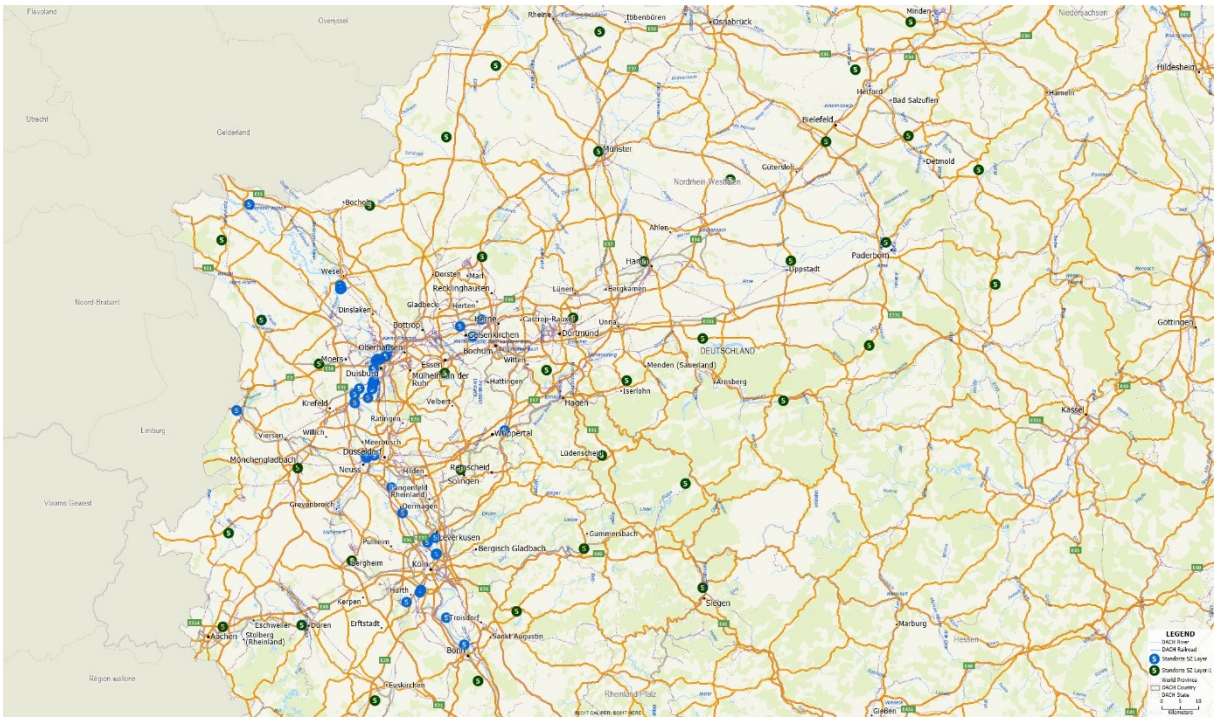


Abbildung 3-32: Standortstruktur Szenario V (Optimierung auf Basis Szenario I (vgl. Tabelle 3-7: Szenarien-Vergleich)

Szenario V erreicht die höchste Abdeckung in den durchgeführten Optimierungsrechnungen und kommt einer vollständigen redundanzfreien Abdeckung mit 98,4 % sehr nahe. Die durchschnittliche Entfernung je Einwohner vom SPaCiH (ø Letzte Meile Distanz) sinkt gegenüber Szenario 1 um ca. 15 % auf 7,33 km, dem niedrigsten Wert in allen untersuchten Szenarien. Wichtig ist zu beachten, dass bei der Entfernungsbetrachtung die Bezugsbasis der Vergleichsszenarien nicht identisch ist (siehe Hinweis zur Tabelle 3-7). Die Durchschnittswerte beziehen sich immer auf die im 20 km Radius um die SPaCiH erreichbaren Einwohner. Entsprechend wird das tatsächlich zu erwartende Potenzial auf der Letzten Meile die 15 % noch deutlich übersteigen. Um dies zu erreichen, sind gegenüber Szenario I 10 zusätzliche Standorte erforderlich. Von den 76 Standorten im Szenarien V sind 39 Standorte aus dem Bestand (in Abbildung blau), 37 Standorte wurden neu positioniert (in Abbildung grün). Aus einer Umsetzungsperspektive ist davon auszugehen, dass alle Bestandsstandorte in ein SPaCiH-Netzwerk einbezogen würden, obwohl diese zur Erreichung der ausgewiesenen Abdeckung theoretisch nicht notwendig wären. Praktisch ergibt sich aber die Notwendigkeit aus Kapazitätsgesichtspunkten. Dies gilt umso mehr, wenn das SPaCiH Ziel einer deutlichen Verlagerung von Lkw-Transporten auf Bahn und Binnenschiff erreicht werden soll. Wie in Kapitel 4.2 gezeigt wird, gibt es hier ein erhebliches Potenzial, das jedoch einen erheblichen Ausbau der entsprechenden Infrastruktur erfordert.

Fazit Szenario V:

Als **Fazit für das Szenario V** bleibt festzuhalten, dass durch die Brownfield-Planung sehr effektive Standortstrukturen abgeleitet werden konnten, die das SPaCiH-Konzept unter dem Gesichtspunkt einer nachhaltigen Versorgung von Stadt und Land als attraktive Lösung bestätigen. Szenario V zeigt eine hervorragende Performance und wird daher im Rahmen der Metaanalyse (Kapitel 3.2.5.3) als Orientierungspunkt für die Ableitung potenzieller Realstandorte genutzt.

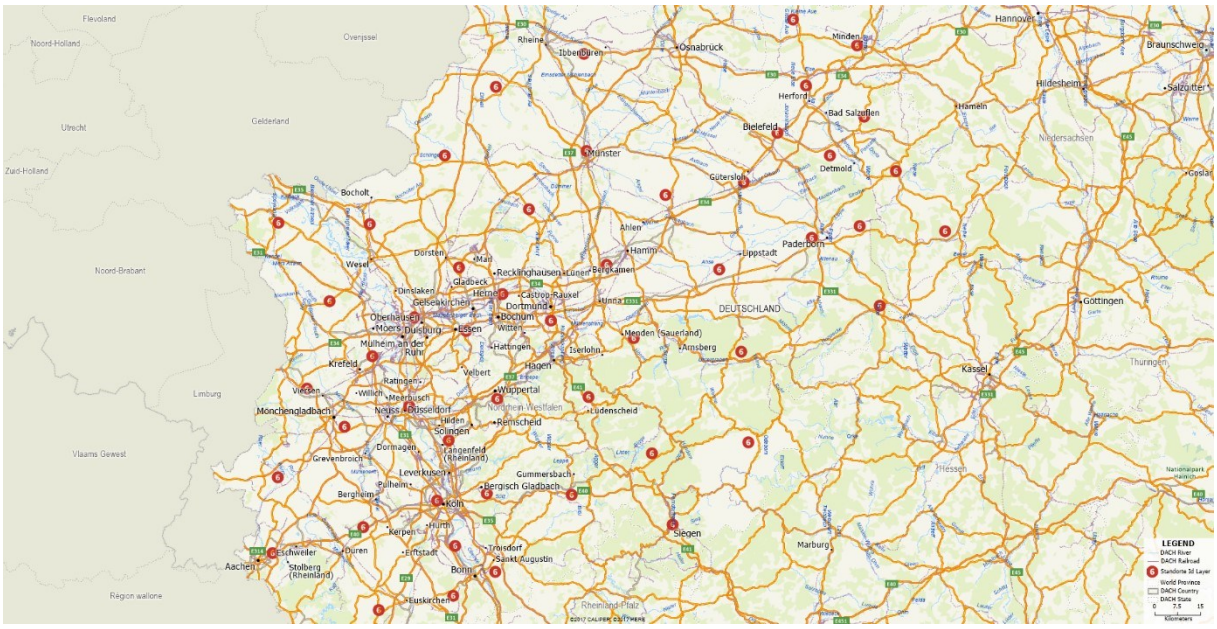


Abbildung 3-33: Standortstruktur Szenario VI (Idealplanung vgl. Tabelle 3-6)

Mit dem **Szenario VI** wird eine Ideal-Planung vorgenommen. Es erfolgt eine Greenfield-Planung bei der losgelöst von den bestehenden Strukturen und Restriktionen über Optimierungsrechnungen potenzielle SPaCiH-Standorte ermittelt wurden. In den Szenarien wurde gemäß dem aufgezeigten Trade-off zwischen Standortanzahl und Abdeckung die Standortanzahl variiert (vgl. Kapitel 3.2.3). Der Szenario-Vergleich zeigt, dass über eine Idealplanung gegenüber dem IST-Zustand eine signifikante Verbesserung der Abdeckung erreicht werden kann. Die Idealplanung liefert somit für eine Realisierungsplanung wertvolle Hinweise für die potenzielle Positionierung von Standorten, die eine besonders nachhaltige Versorgung von NRW ermöglichen. Bereits mit 50 Standorten würden mit 99 % Abdeckung nahezu alle Einwohner in NRW innerhalb des 20 km Radius um die SPaCiH-Standorte erreicht. Wobei durch die optimierte Positionierung die durchschnittliche Entfernung je Einwohner vom SPaCiH lediglich 7,96 km beträgt.

Fazit zum Szenario VI (Idealplanung):

Szenario VI liegt extrem nah an der Lösung des Location Set Covering Problems (LSCP). Dabei wird die minimale Standortanzahl und deren Positionen ermittelt, sodass sich die gesamte Bevölkerung eines abzudeckenden Gebietes (hier NRW) im Erreichbarkeitsradius zu mindestens einer Versorgungseinrichtung (hier SPaCiH) befindet.

Damit zeigt das Szenario VI eine hervorragende Performance und wird daher im Rahmen der Metaanalyse als Orientierungspunkt für die Ableitung potenzieller Realstandorte genutzt.

3.2.5.3 Metaanalyse

Wie bereits aufgezeigt, ist **für eine Realisierung des SPaCiH-Konzeptes anzunehmen, dass die bestehenden intermodalen Standorte gemäß Szenario 1 genutzt würden**. Dies ergibt sich aus kapazitiven und wirtschaftlichen Gründen sowie den in NRW bestehenden Flächenrestriktionen. Dies schließt nicht aus, dass sich im Rahmen einer Realisierungsplanung Konsolidierungsansätze ergeben könnten, um einer optimierten Standortstruktur näher zu kommen (vgl. Szenario VI). Diese Frage müsste in einem Folgeprojekt untersucht werden. Hier ging es zunächst darum, aufzuzeigen, ob mit dem SPaCiH-Konzept eine nachhaltige Versorgung von NRW möglich wäre und wie die dazu notwendige Standortstruktur auszugestalten wäre. Insbesondere die Szenarien V und VI zeigen Ergänzungen zu den

bestehenden Strukturen auf, die eine signifikante Verbesserung der Effektivität der Versorgung mit sich bringen würden. Diese Szenarien sind im Rahmen einer Realisierungsplanung als Leitlinien für den Aufbau des SPaCiH-Netzwerkes heranzuziehen.

Als erster Schritt in Richtung potenzieller Realisierungsstandorte sollen die benannten Szenarien im Rahmen einer Metaanalyse untersucht werden. Dies meint, dass die in den Szenarien bestimmten Standortpositionen zusammengeführt und aus einer Gesamtperspektive bewertet werden, um daraus die notwendige Erweiterung der bestehenden Standortstruktur abzuleiten (vgl. Abbildung 3-34). Abgebildet sind die Szenarien I (blau), II (hellgrün: ergänzte Standorte), V (dunkelgrün: neue Standorte) und VI (rot).

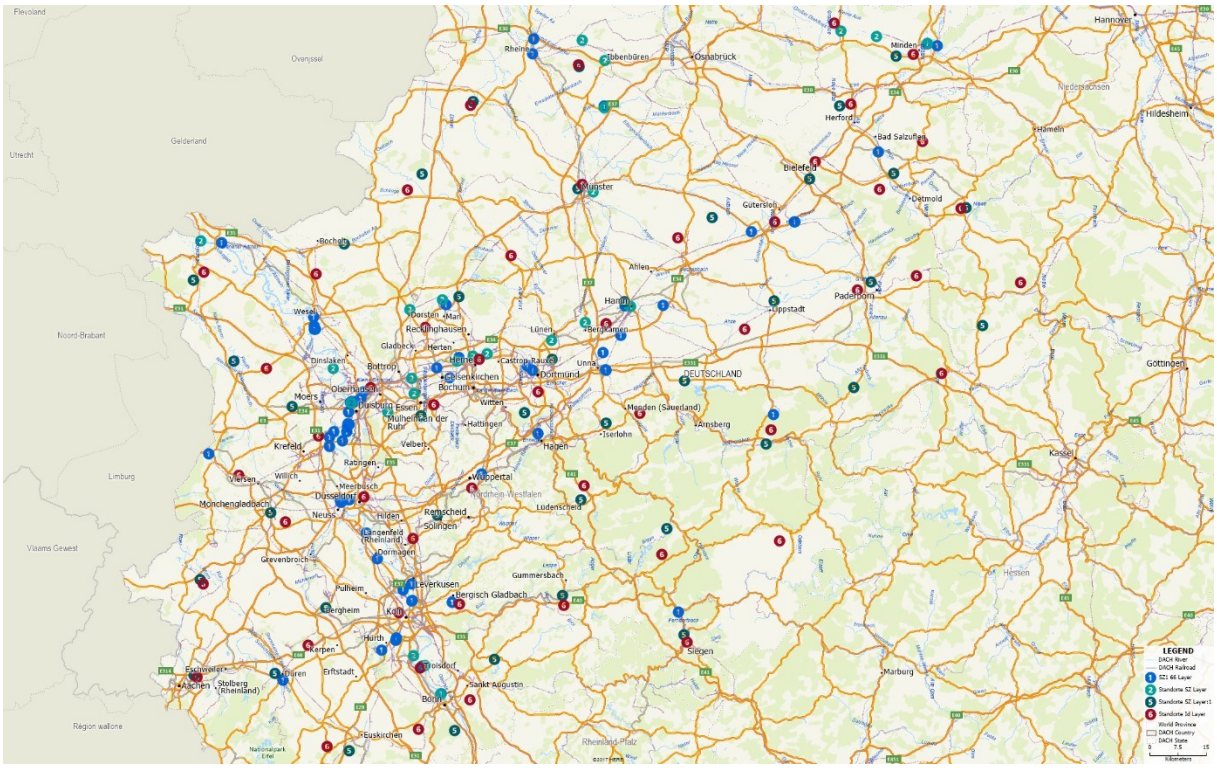


Abbildung 3-34: Meta-Analyse der TOP-Szenarien (Bild: SysPlan)

Dabei zeigt sich, dass Standortpositionen der Szenarien V und VI häufig nahe beieinanderliegen. Dies bestätigt auch eine Distanzanalyse zwischen den Standorten. In den Szenerien V und VI zeigen sich Standorte die nah an den IST-Standorten aus Szenario I und II liegen. Immer dort, wo dies nicht der Fall ist, können aus der Metaanalyse Regionen abgeleitet werden, die für eine Erweiterung der Infrastruktur prädestiniert wären. Im Rahmen einer Realplanung wären auf Basis der optimierten Standorte der Szenarien V und VI konkrete, d.h. real umsetzbare, Standorte zu bestimmen. Ein wesentliches Auswahlkriterium im Sinne der SPaCiH Idealvorstellung wäre die Verfügbarkeit einer Bahn- und/ oder Binnenschiff-Anbindung. Da die zu ergänzenden Standorte bis auf Münster und Ibbenbüren keine Wasserstraßen im Nahbereich aufweisen, wurden als **erste Orientierung** für potenzielle reale Standorte, ausgehend von den offenen Standorten des Szenarios V, die jeweils nächsten Bahnhöfe bestimmt. Tabelle 3-9 zeigt die potenziell geeigneten Erweiterungsstandorte, in Ergänzung zu den bestehenden Standorten gemäß Szenario I, zur Erreichung einer hohen nachhaltigen Abdeckung in NRW. Die Standorte sind nach der Anzahl redundanzfrei zugeordneten Einwohner je Standort und somit nach dem zusätzlichen Abdeckungspotenzial sortiert/ priorisiert. Gemessen an dem Abdeckungspotenzial zeigen sich die ausgewiesenen Standorte als attraktive Erweiterungen, besonders die TOP 7 sind diesbezüglich hochattraktiv. In Kapitel 8.6 wird der in Abhängigkeit von der Einwohneranzahl abgeleitete Güterstrom

aufgezeigt. Damit wird deutlich, dass die Standorte potenziell eine erhebliche logistische Leistung zu erbringen hätten. Das je Standort ausgewiesene relative Abdeckungspotenzial ergibt sich als Quotient aus den redundanzfrei zugeordneten Einwohnern des Standortes und der Anzahl der Einwohner innerhalb des 20 km Erreichbarkeitsradius um den jeweiligen Standort (redundant). Dieser Kennwert gibt an, in welchem Umfang sich das Liefergebiet eines Standortes mit dem Liefergebiet eines anderen Standortes überschneidet. Je höher der Prozentsatz, desto geringer die Überlappung, was auch so interpretiert werden kann, dass ein „weißer" Fleck auf der Karte geschlossen wird.

Szenario V neue Standorte		Alternative		Einwohner in 20 km Radius			Zuordnung nächstgelegener Bahnhof	
PLZ	Ort	Szenario II Häfen	Szenario VI	REDUNDANT	REDU. FREI	Rel. Ab-deckung	PLZ	Bahnhof in:
45131	Essen			2.526.747	647.652	26 %	45134	Essen
52080	Verlautenheide			631.272	535.572	85 %	52080	Aachen
42655	Solingen			1.722.277	523.919	30 %	42659	Solingen
41061	Mönchengladbach			1.066.965	484.414	45 %	41061	Mönchengladbach
48143	Münster	Münster		499.652	434.470	87 %	48143	Münster
33647	Bielefeld - Brackwede			768.548	392.103	51 %	33647	Bielefeld
32120	Hiddenhausen			712.145	321.016	45 %	32120	Hiddenhausen
41836	Hückelhoven			439.521	262.098	60 %	52511	Geilenkirchen
33102	Paderborn			339.776	259.026	76 %	33104	Paderborn
58453	Witten - Annen			1.775.962	249.391	14 %	58313	Herdecke
51645	Derschlag			324.366	239.742	74 %	51645	Gummersbach-Dieringhausen
50126	Bergheim NW			918.098	233.250	25 %	50126	Bergheim
53819	Neunkirchen NW (Siegburg)			927.714	223.308	24 %	53773	Hennef (Sieg)
58636	Iserlohn - Wermingsen			863.899	211.087	24 %	58640	Iserlohn
59469	Niederense			341.296	193.410	57 %	59457	Werl
53879	Euskirchen			256.014	186.111	73 %	53894	Mechernich
58507	Lüdenscheid			499.113	184.345	37 %	58507	Lüdenscheid
47506	Neukirchen-Vluyn			1.130.788	183.963	16 %	47647	Kerken
48712	Gescher			239.445	181.146	76 %	48739	Legden
46414	Rhede NW			273.550	168.214	61 %	46395	Bocholt
48361	Beelen		Enningerloh	356.167	155.231	44 %	48361	Beelen
59555	Lippstadt - Cappel		Erwitte	298.201	148.711	50 %	59555	Lippstadt
48629	Metelen			243.651	147.923	61 %	48629	Metelen
57439	Attendorn			223.505	135.872	61 %	57413	Finnentrop
48477	Hörstel	Ibbenbüren		319.862	135.127	42 %	48477	Hörstel
32816	Schwalenberg		Blomberg	215.360	125.634	58 %	32816	Schieder
47574	Goch			211.677	113.780	54 %	47551	Bedburg-Hau
47625	Wetten			262.343	100.508	38 %	47608	Geldern
34439	Willebadessen		Höxter	110.306	95.602	87 %	34439	Willebadessen
33181	Wünnenberg		Rhoden	122.939	79.722	65 %	59929	Brilon

Tabelle 3-9: Empfohlene SPaCiH-Standorte zur Erweiterung des Netzwerkes

Ein Engpass bei der Standortsuche im Rahmen einer Realplanung ist die verfügbare Fläche. Durch Abgleich der erhobenen Gewerbeflächen in Abbildung 3-35 mit den Standorten aus der Optimierung lässt sich ein erster Eindruck zur Verfügbarkeit von Flächen gewinnen. Es zeigt sich, dass gerade für die neuen Standortpositionen häufig nicht unmittelbar auf den bekannten Flächenbestand zurückgegriffen werden kann. Dies deutet darauf hin, dass im Rahmen einer Realplanung eine systematische Standortsuche erforderlich würde.

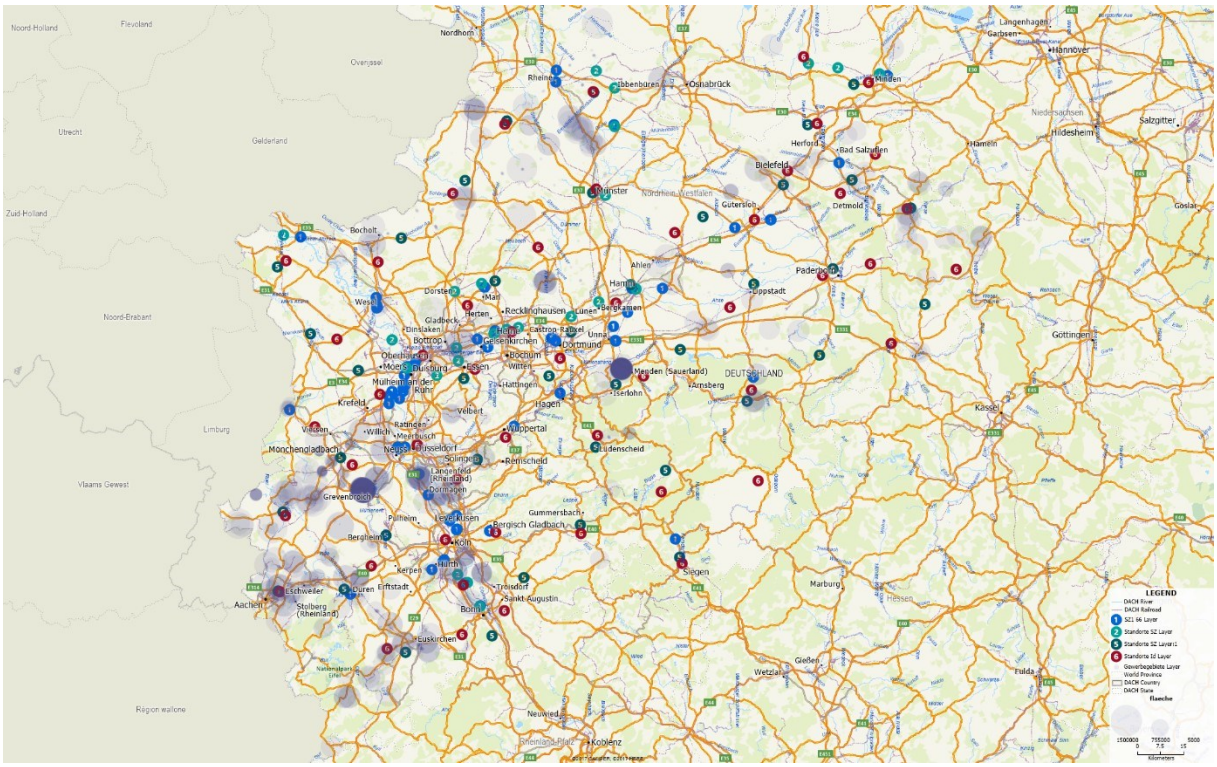


Abbildung 3-35: Meta-Analyse der TOP-Szenarien mit freien Flächen (Bild: SysPlan)

3.2.5.4 Fazit und Ableitung von Handlungsempfehlungen

Im Rahmen dieser Untersuchung konnte gezeigt werden, dass bereits Szenario I, welches auf dem aktuellen Bestand der intermodalen Standorte basiert, bei einem Versorgungsradius von bis zu 20 km mit 81 % eine signifikante Abdeckung der Einwohner in NRW erreichbar ist (Abbildung 3-28). Damit konnte gezeigt werden, dass aus Sicht der Standortstruktur die Umsetzbarkeit des SPaCiH-Konzeptes in NRW in hohem Maße gegeben ist. Die Untersuchung des Verlagerungspotenzials von Lkw-Verkehren in Kapitel 4.2 zeigt zudem, dass signifikante Verlagerungen möglich wären und damit erhebliche CO_2-Einsparungen erzielt werden könnten. Die Umsetzung des SPaCiH-Konzeptes wäre ein wichtiger Baustein zur Erschließung dieses Potenziales.

Wie wichtig dieser Schritt ist, zeigt sich am Standort Hamm, der zum MULTI HUB Westfalen, einem überregionalen und trimodalen Logistikknotenpunkt, entwickelt wird.

„Der einst größte deutsche Rangierbahnhof Hamm (Westfalen) wird zu einem multimodalen Bahnlogistikknoten mit innovativer Verladetechnik und zum Vorzeigeprojekt für klimafreundlichen Schienengüterverkehr. Hamm gehörte 1920 zu den größten Zugbildungsanlagen Europas mit 325 Kilometern Gleis und 430 Metern Breite. Von den aktuell nicht genutzten 85 Hektar Fläche sind jetzt 60 Hektar für innovative Logistik vorgesehen. Auf diesem Areal entwickeln wir gemeinsam mit dem Land Nordrhein-Westfalen, der Stadt Hamm und der Eisenbahn- und Verkehrsgewerkschaft (EVG) Hamm-Bielefeld nun eine multimodale Logistikdrehscheibe, die die Verkehrsträger Schiene, Straße und Wasserstraße kombiniert. Der Hafen Hamm zählt zu den größten Kanalhäfen in Nordrhein-Westfalen und bringt es auf rund 500.000 Tonnen Güterverkehr auf der Schiene und rund 1,6 Millionen Tonnen Schiffsgüterumschlag pro Jahr. Das Ziel: Mehr Güter von der Straße auf die klimafreundliche Schiene zu

bringen – 170.000 Lkw-Fahrten können so pro Jahr eingespart werden.“[426] Das Projektvolumen beläuft sich auf insgesamt 500 Millionen Euro und es werden bis zu 350 Arbeitsplätze geschaffen.[427]

„Zur Umsetzung ist eine Entwicklungsagentur gegründet worden. Sie soll ab sofort alle weiteren Schritte bis zum Bau des Projekts synchronisieren und dient damit als Koordinierungsstelle. Denn damit aus den Ideen und Plänen auch Realität wird, muss eine Vielzahl an Planungs- und Genehmigungsverfahren, Gutachten und Förderanträge aufeinander abgestimmt werden“.[428]

Das Beispiel verdeutlicht, dass die hier erarbeiteten Empfehlungen eine Grundvoraussetzung für den unter Klimagesichtspunkten wichtigen Schritt der Verkehrsverlagerung auf Bahn und Binnenschiff darstellen. Es zeigt aber auch, dass der Weg erhebliche Investitionen erfordert und lange Planungszeiträume in Anspruch nimmt. Um die notwendigen nächsten Schritte zur Umsetzung des SPaCiH-Konzeptes stringent angehen zu können werden in Kapitel 3.2.5.5 wichtige *Planungs- und Genehmigungsverfahren, die* Gegenstand der Raumplanung sind, skizziert.

Handlungsempfehlung I: Dazu müsste in einem Folgeprojekt eine Kapazitätsbetrachtung ergänzt werden. Die Detailuntersuchung am Pilotstandort Krefeld hat beispielsweise gezeigt, dass bereits jetzt das Containerterminal an der Kapazitätsgrenze arbeitet (vgl. Kap 5.2.5.2). Über die Untersuchungen zur Verlagerung von Lkw-Verkehren konnten bereits Kapazitätsbedarfe für die Bahntrassen und Wasserstraßen ermittelt werden. Um dieses Potenzial zeitnah für NRW zu erschließen, sollte ein an den Ergebnissen der Strukturplanung ausgerichteter Masterplan Bahn und Binnenschiff entwickelt werden. Hierzu wird empfohlen, eine Taskforce der relevanten Stakeholder zu bilden, welche die Umsetzung vorantreibt.

Szenario II weist interessante Standorte aus, die in Richtung von SPaCiH-Standorten durch eine Befähigung zum Containerumschlag weiterentwickelt werden sollten. Sie stellen wertvolle Kapazitätserweiterungen für das SPaCiH-Netzwerk bereit und sind nach jetziger Einschätzung eine Voraussetzung, um das volle Verlagerungspotenzial von Lkw-Verkehren erschließen zu können. Soll ernsthaft eine signifikante Verkehrsverlagerung erreicht werden, müssen diese Standorte aus Kapazitätsgründen genutzt werden.

Handlungsempfehlung II: Bei den Standorten aus Szenario II handelt es sich aktuell um Häfen für den Massengutumschlag. Hier wird mittelfristig erwartet, dass die Mengen in diesem Bereich geringer werden. Es sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass diese wertvollen Standorte nicht umgewidmet werden, sondern für eine effiziente Binnenschiffslogistik in NRW erhalten bleiben.

Die Szenarien III und IV zeigen, dass NRW über ein dichtes Netz von per Binnenschiff bedienten City-SPaCiHs, eine einzigartige City-Versorgung erreichen könnte. Dass solche Lösungen praktikabel sind, konnte in Kapitel 3.3.1.16 Binnenschiffe (Paris) an mehreren Beispielen aufgezeigt werden. Bislang handelt es sich allerdings um singuläre Lösungen. In NRW könnte ein Netzwerk entstehen, mit dem im Erreichbarkeitsradius von 20 km 56 % der Einwohner abgedeckt werden können. Ausgehend von den City-SPaCiH wären auf der Letzten Meile E-Lkw und Lastenräder effizient und mit einem erheblichen Versorgungspotenzial einsetzbar. Mit der Lösung könnte die Grundlage für eine signifikante Verkehrsverlagerung weg von der Straße geschaffen werden.

[426] (DB_Cargo, 2022a).
[427] (DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung, 2022).
[428] (DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung, 2022).

Handlungsempfehlung III: Der Ansatz eines dichten City-SPaCiH-Netzwerkes sollte weiterverfolgt werden. Hierzu sollte in einem Folgeprojekt ein angepasstes technisches Konzept für die logistische Abwicklung erarbeitet und pilothaft umgesetzt werden. Ziele sollten sein:

1. Entwicklung möglichst automatisierter Lösungen, dies umfasst Transport-, Puffer-/ Lager-, Handlings- und Umschlagsprozesse
2. Nutzung umweltschonender Antriebskonzepte
3. Forcierung der Digitalisierung durch Einbindung in die SPaCiH-Kooperationsplattform
4. Vernetzung mit Mobilitätslösungen und zusätzlichen Serviceleistungen aus dem SPaCiH-Servicekatalog (z.B. Foodhub-Konzept)

Neben den am SPaCiH-Konzept ausgerichteten Organisationsansätzen, sind neue technische Lösungen in den Bereichen den Schiffs-, Behälter-, Handlings- und Umschlagtechnik erforderlich. Auch für die Bahn sollte eine entsprechende Untersuchung vollzogen werden. Technisch sollten „in Flow"-Lösungen untersucht werden, bei denen als Idealvorstellung eine automatisierte Be-/ Entladung im Takt der Stopps ermöglicht wird. Dies wäre ein ambitioniertes, aber effektives Konzept, das auch Synergien durch eine bessere Verknüpfung der verschiedenen Mobilitätsangebote ermöglichen könnte. Besonders für die Mobilität im ländlichen Raum wäre eine wirtschaftlichere Auslastung der Verkehrsträger durch Verbindung von Personen- und Güterverkehr zielführend. Damit an diese positive Entwicklung angeknüpft werden kann, muss die vorhandene Infrastruktur modernisiert, ausgebaut und barrierefrei gestaltet werden.

Die Szenarien V und VI zeigen optimierte Standortstrukturen auf, die über den Bestand an intermodalen Standorten hinausweisen (Tabelle 3-9: Empfohlene SPaCiH-Standorte zur Erweiterung des Netzwerkes). Mit den ermittelten zusätzlichen Standorten könnte die Abdeckung der NRW-Einwohner im Erreichbarkeitsradius von 20 km nahezu vollständig umgesetzt werden. Die ausgewiesenen Standorte haben ein erhebliches Potenzial. Das SPaCiH-Konzept zeigt sich somit unter dem Gesichtspunkt der Abdeckung der zu versorgenden Einwohner als absolut tragfähig. Insbesondere gelingt es mit dem optimierten SPaCiH-Netz auch den ländlichen Raum nachhaltig zu versorgen.

Dies bestätigt die Eingangsthese (vgl. Kapitel 1.1), dass die Leitlinie des SPaCiH-Ansatzes[429], einen ganzheitlichen Ansatz zu verfolgen, der die gesamte Lieferkette einbezieht und auf optimierte Liefergebiete setzt, anstatt singulär einzelne Städte oder Ballungsräume zu untersuchen, zumindest für NRW zielführender ist. Dies zeigen die folgenden Ergebnisse:

Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen für NRW die Ausgangsthese des SPaCiH-Ansatzes[430], dass ein ganzheitlicher Ansatz, der die gesamte Lieferkette einbezieht und auf optimierte Liefergebiete abzielt, zielführender ist als die singuläre Betrachtung einzelner Städte oder Ballungsräume.

- Alle Einwohner in NRW, also auch explizit im ländlichen Raum, wären durchschnittlich in unter 8 km von einem SPaCiH-Standort erreichbar.
- Die durchschnittliche Vor-/ Nachlaufentfernung zu einem SPaCiH wäre gegenüber dem IST-Zustand um deutliche reduzierbar.
- Eine signifikante Verlagerung der Verkehre von der Straße würde ermöglicht, womit je nach Verlagerungsszenario eine Co_2 Reduktion gegenüber dem IST-Zustand einherginge (vgl. Kapitel 4.2).

[429] Vgl. (Beckmann & Ries, 2020).
[430] Vgl. (Beckmann & Ries, 2020).

- Neue und bessere Verknüpfungen verschiedener Mobilitätsangebote könnten insbesondere bei Ausbau des Netzes der Binnenschifffahrt erreicht werden.
- Eine besonders effiziente Einbindung der Bahn in das Konzept wäre über die Entwicklung von „in flow“ (automatisierte Be- und Entladung im Takt der Stopps) Lösungen anzustreben.
- Bündelungseffekte würden ermöglicht.
- Für kleine und mittlere Unternehmen in NRW würde eine leistungsstarke logistische Infrastruktur geschaffen.

Handlungsempfehlung IV: In einem Folgeprojekt sollte, anschließend an die Handlungsempfehlung *I*, mit der Realisierungsplanung die nächste Planungsstufe in Richtung Umsetzung des SPaCiH-Konzeptes angegangen werden. Dabei sollten die neu vorgeschlagenen Standorte näher untersucht werden. SPaCiH-Standorte unterscheiden sich nicht von herkömmlichen Gewerbe- oder Industriegebieten. Daher sind die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Umsetzung zu prüfen. Dies sollte bereits bei der Bewertung von Standortalternativen erfolgen. Im Anschluss an die Standortauswahl werden alle damit verbundenen Prüfungen und Bewertungen der rechtlichen Vorgaben durchgeführt. Kommunale Vorgaben, z.B. aus Flächennutzungsplänen, werden hier berücksichtigt. Ist die Entscheidung für einen konkreten Standort gefallen, müssen zusätzlich grundstücksbezogene Rechtsgutachten in Auftrag gegeben werden.

3.2.5.5 Raumplanung

Die in der Strukturplanung erarbeiteten Standortempfehlungen sollten in die zukünftige Raumplanung in NRW einbezogen werden. Sie beschreibt die zusammenfassende, überörtliche und übergeordnete Planung zur Entwicklung und Ordnung des Raumes. Im Folgenden werden im Sinne eines Ausblicks die notwendigen Planungsschritte skizziert, die sich an die Standortempfehlungen in einem Folgeprojekt anschließen müssten. Dazu müssen Fachplanungen über die Planungsebenen abgestimmt werden. Der Begriff Raumentwicklung gilt als Synonym für die Raumplanung und beschreibt nochmal mehr den gestalterischen und dynamischen Charakter in die gezielte Einwirkung auf die räumliche Entwicklung der Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt in einem Gebiet. Aus der Sicht des Bauplanungsrechts ist *Raumplanung* der Oberbegriff für folgende Planungsebenen:

- Bundesraumordnung
- Landesplanung
- Regionalplanung
- kommunale Bauleitplanung

Die in Abbildung 3-36 dargestellten Planungsebenen bilden in ihrer Gesamtheit ein stringentes Raumplanungssystem.[431] Für eine nachhaltige Raumentwicklung müssen sich die planerischen Ebenen koordinieren und miteinander abstimmen, damit sie bestmöglich ineinandergreifen.[432]

[431] (ARL, 2021).
[432] (Valleé, 2012, S. 4).

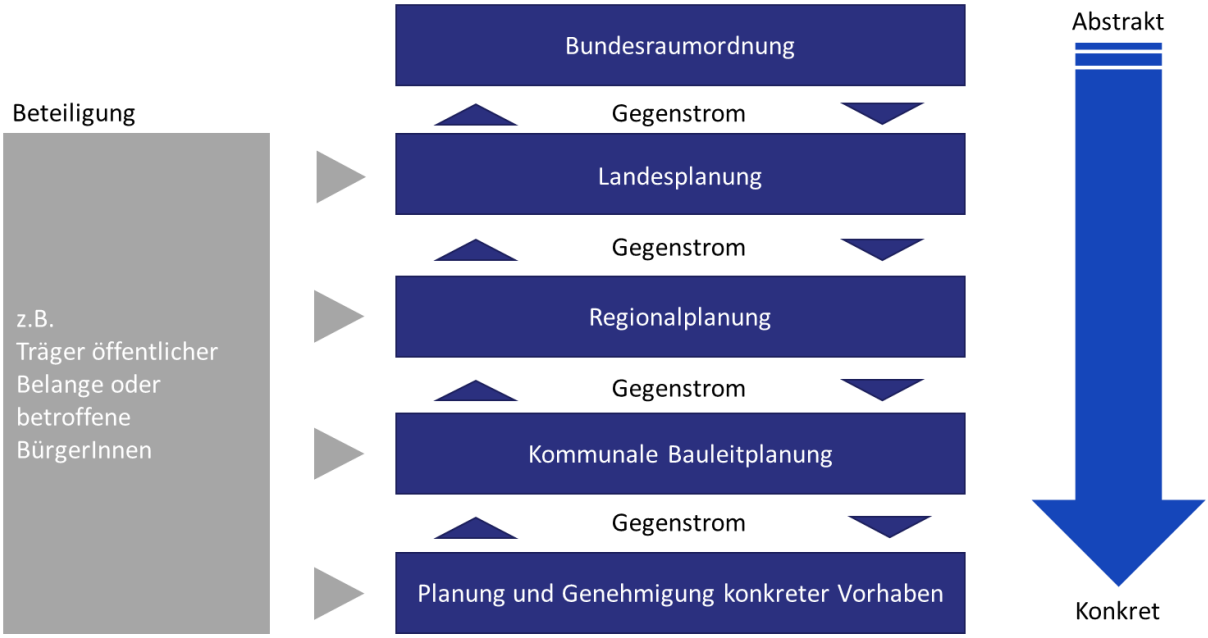


Abbildung 3-36: Planungs- und Genehmigungshierarchie [433]

Neben den ohnehin bürokratischen Prozessen der Raumplanung kommt das Imageproblem von Logistikräumen hinzu, was den Entwicklungsprozess erschwert. Lärm- und Abgasemissionen, Staurisiken und eine hohe Flächeninanspruchnahme sind häufig Gründe warum die Logistik als Störfaktor gesehen wird. Um dies zu vermeiden, ist eine frühzeitige, offene Kommunikation mit den relevanten Stakeholdern, insbesondere mit den Bürgern, die im Umfeld eines Logistikstandortes wohnen, zu suchen. Auch die Natur muss als wichtiger Stakeholder gesehen werden, indem Ressourcen in Bezug auf Flächenverbrauch und Verkehrserzeugung geschont werden. Dies ist insbesondere Aufgabe der Regionalplanung (vgl. 3.2.5.5.3 Regionale Ebene).

Übergreifend haben die Planungsebenen die Sicherungsaufgabe von relevanten Standorten für die Logistik aus Sicht der Raumentwicklung.[434] Hierbei sind auch entgegenstehende Nutzungen auszuschließen, die eine Störung der Synergiebildung bewirken können. Neben den übergeordneten Planungsebenen (Landes- und Regionalplanung) ist auch die kommunale Bauleitplanung einzubeziehen (vgl. 3.2.5.5.4 Kommunale Bauleitplanung).

3.2.5.5.1 Bundesebene

Die Bundesraumordnung koordiniert die Zusammenarbeit mit den Ländern und formuliert räumliche Leitbilder sowie Handlungsstrategien. Eine weitere Aufgabe besteht in der Aufstellung von Programmen und Plänen (z.B. Bundesraumordnungspläne).[435] Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) ist auf Bundesebene für die raumordnerische Gestaltung verantwortlich. Das Raumordnungsgesetz (ROG) regelt die Aufgaben, Leitvorstellungen und Grundsätze der Raumordnung in Deutschland. Eine nachhaltige Raumentwicklung ist die oberste Leitlinie des ROG, das soziale und ökologische Ansprüche an den Raum in den Fokus stellt.[436] Am 9. März 2016 verabschiedete die Ministerkonferenz für Raumordnung die „Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland“, welches eine Weiterentwicklung der Strategie aus dem Jahr 2006 darstellt.

[433] (Land Brandenburg, 2021).
[434] (Valleé, 2012, S. 11).
[435] (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, 2022).
[436] (Umweltbundesamt, 2020).

Insbesondere das strategische Leitbild „Wettbewerbsfähigkeit stärken“ mit dem Unterpunkt „Infrastrukturanbindung und Mobilität sichern“ hat einen Bezug zum Güterverkehr und der Logistik und wird im Folgenden beschrieben.

Zur Sicherstellung der Wettbewerbsfähigkeit und der Versorgung der Bevölkerung mit Gütern und Dienstleistungen müssen zuverlässige und robuste infrastrukturelle Rahmenbedingungen geschaffen werden. Da die Wettbewerbsfähigkeit von Regionen und Teilräumen von deren Anbindung und Vernetzung abhängt, soll durch ein nachhaltiges und integriertes Gesamtverkehrssystem die regionale Wettbewerbsfähigkeit gestärkt und die Verkehrsinfrastruktur effektiver genutzt werden. Zur Entwicklung der transeuropäischen Verkehrsnetze sollen großräumige Infrastrukturen an wichtigen Knotenpunkten in den Metropolregionen ausgebaut werden, an denen alle Regionen und Teilräume angebunden werden sollen. Mit Hinblick auf das SPaCiH-Vorhaben sind einige Handlungsansätze zur Verbesserung der Infrastrukturanbindung und Sicherung der Mobilität von Bedeutung. Der Erhalt und der Ausbau der verkehrlichen Ver- und Anbindungsqualitäten von Metropolregionen als intermodale Schnittstelle und der Knotenpunkte der europäischen Verkehrsströme sollten erhalten bzw. ausgebaut werden. Außerdem sollten die räumlichen Voraussetzungen für die Beseitigung von bestehenden Gateway-Schwachstellen (Luftverkehrsanbindung und Logistikstandorte, Schienenfernverkehr, Häfen) geschaffen werden. Ein weiterer Handlungsansatz bezieht sich auf die „Verbesserung der räumlichen und bedarfsorientierten Steuerung großflächiger multimodaler Logistikstandorte und -infrastrukturen durch überregionale und regionale Logistikkonzepte unter Berücksichtigung grenzüberschreitender Verflechtungen.“ Des Weiteren sollten die Verkehrsabläufe so optimiert werden, dass die jeweiligen Leistungspotenziale aller Verkehrsträger ressourceneffizient in den Regionen besser ausgeschöpft werden können. Entscheidend für die Sicherstellung der Wettbewerbsfähigkeit ist eine integrative Planung der Siedlungsentwicklung und der Verkehrssysteme, damit diese finanziell und räumlich tragbar sind und die Flächeninanspruchnahme reduziert wird.

Die Standorte des Güterverkehrs haben sich zu einem hierarchisch-funktionalem System entwickelt, aus denen eine neue Form der Vernetzung von Räumen resultiert. Für die Entwicklung eines nachhaltigen und integrierten Güterverkehrssystems sind die zentralen Standorte des Güterverkehrs von entscheidender Bedeutung, welche großräumige, kapazitätsstarke und multimodale Infrastrukturkorridore darstellen, die mit besonderen Knotenpunkten verknüpft sind. Diese zentralen Standorte wie Häfen, KV-Terminals oder GVZ gilt es unter Berücksichtigung anderer räumlicher Ansprüche und des Klimaschutzes zu stärken. Zum einen sollte der Güterverkehr aufgrund der seiner gesteigerten raumordnerischen Bedeutung in die Analyse der Raumwirksamkeit integriert werden. Zum anderen sollten die zentralen Standorte des Güterverkehrs in die Planung der Verkehrsinfrastruktur mit einfließen. Dies führt zu einer besseren Vernetzung der Standorte sowie einer Förderung des Warenaustauschs und der Arbeitsteilung, wodurch sich insgesamt die Wettbewerbsfähigkeit in Deutschland stärken lässt. In NRW müssen in die die Planung von überregionalen Logistik- und Güterverkehrskonzepten vor allem Standorträume mit großräumiger (u.a. Wesel, Duisburg, Düsseldorf, Köln) und überregionaler Bedeutung (u.a. Krefeld, Essen, Wuppertal, Gelsenkirchen) intergiert werden.

3.2.5.5.2 Landesebene

Die Landesplanung bezieht sich auf die Raumordnung der Bundesländer. In ihrem Fokus stehen alle raumbezogenen Fachplanungen wie beispielsweise Verkehr, Wirtschaft, Wohnen, Ver- und Entsorgung, Arbeit und Freizeit. Der Landesentwicklungsplan (LEG) ist das wichtigste Instrument auf Landesebene. Hier werden verbindliche Pläne zur Raumordnung festgelegt. In Bezug auf Logistikstandorte werden auf Landesebene auch Verbindungen zu Transeuropäischen Netzen und zur Bundesverkehrswegeplanung gezogen. Hier werden transnationale und nationale prioritäre Korridore beschrieben und maßgebliche Knotenbereiche benannt. Auf einer Meta-Ebene kann eine Darstellung engerer Logistikknoten

abgeleitet werden, in denen ein hohes Güterverkehrsaufkommen prognostiziert wird.[437] Die Knoten können sich in ihrer Größe und Rolle im Netzwerk unterscheiden. Hierbei kann z.B. von Gateways (Hauptknoten) und Depots (Puffer- oder Auslieferknoten) gesprochen werden.

Die LEP aller Länder messen dem Verkehr eine hohe Bedeutung bei und formulieren Ziele zur Sicherung der Infrastrukturanbindung und der Mobilität. Die Einbeziehung der Digitalisierung gehört aktuell jedoch nicht zu den standardmäßigen Inhalten der LEP. Zwar greift die Präambel der LEP Berlin-Brandenburg den Begriff „Digitalisierung" auf, jedoch führt kein Planansatz die Potenziale der Digitalisierung für die Raumentwicklung auf. Die räumlichen Ziele und die Grundsätze der Landesentwicklung in NRW werden im Landesentwicklungsplan (LEP NRW) festgehalten. Der LEP NRW zielt darauf ab „das Landesgebiet Nordrhein-Westfalens als zusammenfassender, überörtlicher und fachübergreifender Raumordnungsplan zu entwickeln, zu ordnen und zu sichern."[438] Im LEP NRW werden die Pilothäfen (DeltaPort-Häfen an den Standorten Wesel und Voerde und der Hafen Krefeld), aber auch weitere Binnenhäfen (u.a. Bonn, Dortmund, Duisburg, Köln) als „landesbedeutsame Häfen" ausgewiesen. Um aus den wachsenden Transportströmen mehr Wertschöpfung für NRW generieren zu können, sollten die landesbedeutsamen Häfen als multimodale Güterverkehrszentren entwickelt werden. Dazu sollen zum einen die Flächen für hafenaffines Gewerbe[439] vorgehalten werden und zum anderen sollen zur Vermeidung von Nutzungskonflikten die landesbedeutsamen Häfen vor dem Heranrücken von benachbarten Nutzungen mit erhöhten Ansprüchen an den Immissionsschutz geschützt werden, welche die Hafennutzung potenziell einschränken könnten. Um einen multimodalen Güterverkehr (Wasser, Schiene, Straße) ermöglichen zu können, müssen auch die Wasserstraßen und die Flächen, welche in einem funktionalen Zusammenhang mit den Wasserstraßen stehen, nach diesem Leitsatz entwickelt werden. Die Güter sollten insgesamt effizienter und auf jedem Teilabschnitt der Transportkette mit dem optimalen Verkehrsträger befördert werden. Dazu müssen die infrastrukturellen Voraussetzungen für multimodale Lieferketten geschaffen werden. Ein besonderer Fokus liegt in der Entwicklung von Logistikdrehschreiben, die den Güterumschlag zwischen den Verkehrsträgern (Straße, Schiene und Binnenwasserstraße) optimieren. Dadurch lässt sich eine stärkere Nutzung der Verkehrsträger „Schiene" und „Binnenwasserstraße" erzielen und es können insbesondere die erheblichen Kapazitätsreserven der Binnenschifffahrt genutzt werden. Deshalb soll vorrangig die Infrastruktur des Schienenverkehrs und der Binnenschifffahrt entwickelt werden. Bei der Entwicklung des Wasserstraßennetzes gilt zu beachten, dass diese auf den Gütertransport mit dem Großmotorgüterschiff (zukünftige Standardgröße) ausgerichtet ist. Bei der Planung der Umschlagstandorte sollten vorrangig vorhandene Güterverteilzentren und Häfen ausgebaut werden. So kann die Inanspruchnahme zusätzlicher Flächen minimiert und vorhandene Infrastrukturen und siedlungsräumliche Anbindungen genutzt werden. Falls der Bau von neuen Standorten erforderlich ist, sollten diese so umweltverträglich und effizient wie möglich geplant werden.[440]

[437] (Valleé, 2012, S. 7).

[438] (Bundesverband der Regionalbewegung e.V., 2022)

[439] „Unter dem Begriff „hafenaffines Gewerbe" werden alle Betriebe des Dienstleistungsgewerbes im Güterverkehr sowie produzierende Gewerbe- und Industriebetriebe verstanden, die einen funktionalen Zusammenhang mit dem Umschlag oder dem Betrieb eines Hafens aufweisen." (Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 2020, S. 123).

[440] (Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 2020, S. 118 ff.).

Für die weitere Entwicklung der Hafenstandorte sowie deren Flächenbedarfe und die Entwicklung der Wasserstraßen, die über den LEP NRW hinausgehen, ist das Wasserstraßen-, Hafen- und Logistikkonzept des Landes Nordrhein-Westfalen zu berücksichtigen.[441]

3.2.5.5.3 Regionale Ebene

In der regionalen Raumordnung und den relevanten Regionalplänen werden die Grundsätze und Ziele der landesweiten Raumordnungspläne für Teilräume ausgearbeitet. Die Regionalplanung nimmt in der Regel die Rolle eines Vorbereiters und Standortbeschreibers an. Sie ist zudem Moderator und Umsetzungsinitiator, wenn Kommunen dies nicht leisten können. Dann geht sie auf potenzielle Betreiber, Kammern, Kommunen, Verbänden oder Projektentwicklern zu und treibt die Umsetzung voran. Speziell bei der Entwicklung interkommunaler Gebiete ist ein stärkerer kommunikativer Austausch zu leisten. Die Regionalplanung spricht im Rahmen ihrer Aufgabe gezielt relevante Akteure an, um Aktionen wie vorbereitende Planungs- und Standortsicherungsverfahren oder auch Bürgerbeteiligungen durchzuführen. Insbesondere letztere entscheiden häufig über den Erfolg einer Ansiedlung und sollten deshalb in professionelle Hände gegeben werden.[442]

Liegt ein regionalplanerisches Konzept für die Logistik vor, ist in erster Linie dafür Sorge zu tragen, dass

- die ausgewählten Standorte für die vorgesehene Nutzung gesichert und entgegenstehende Nutzungen dort ausgeschlossen werden (durch Vorrang- und Vorbehaltsgebiete z.B. als Schwerpunkte für Industrie und Logistik),
- die Standorte so entwickelt werden, dass möglichst schnell eine kritische Masse entsteht, die den wirtschaftlichen Betrieb von Umschlagsstandorten ermöglicht,
- die Ansiedlung von Logistikdienstleistungen an anderen, weniger geeigneten Standorten unterbunden wird.[443]

Die Regionalplanung meint in NRW die Planung für die Gebiete der fünf Regierungsbezirke Detmold, Köln, Arnsberg, Düsseldorf und Münster sowie die Planung für das Regionalverband-Ruhr-Gebiet. Im Rahmen dieser Planung werden Regionalpläne aufgestellt, welche das zentrale Steuerungsinstrument zur Entwicklung, Ordnung und Sicherung des Raumes sind, wodurch nachhaltige Rahmenbedingungen für die kommunale Bauleitplanung (Flächennutzungs- und Bebauungspläne) sowie für die fachrechtliche Genehmigungsverfahren geschaffen werden können.[444] Im Folgenden wird repräsentativ für die Regionalpläne in NRW der Regionalplan Ruhr hinsichtlich SPaCiH-relevanten Aspekten beschrieben.

Um die wachsenden Verkehrsströme in der Metropole Ruhr besser abwickeln zu können, muss die Leistungsfähigkeit der Verkehrsinfrastruktur erhalten und bedarfsgerecht ausgebaut werden. Hierbei sollen die Verkehrsträger so entwickelt werden, dass eine raum- und umweltverträgliche Raumüberwindung ermöglicht wird. Es sollten umweltschonende Verkehrssysteme mit hoher Leistungsfähigkeit und wirtschaftlicher Tragfähigkeit entwickelt werden. Hierbei ist zum einen die Nutzung von umweltverträglichen Verkehrsträgern und zum anderen die Einbeziehung aller Verkehrsträger von entscheidender Bedeutung. Für neue raumbedeutsame Infrastruktur darf nur dann Freiraum in Anspruch genommen werden, wenn der nachgewiesene Bedarf nicht durch den Ausbau vorhandener Infrastruktur gedeckt werden kann. Bauflächen sollen in Gewerbe- und Industriegebieten, welche über einen Anschluss an multimodale Verkehrsknotenpunkte verfügen, vorrangig für Infrastrukturen und Verwaltungseinrichtungen des Güterumschlags sowie für Betriebe der

[441] (MBWSV, 2016).
[442] (Valleé, 2012, S. 6ff.).
[443] (Valleé, 2012, S. 11).
[444] (Bundesverband der Regionalbewegung e.V., 2022).

Logistikwirtschaft genutzt werden. Solche Betriebe sollten dem Transport, der Lagerung, der Weiterverarbeitung oder dem Umschlag von Gütern dienen sowie auf den multimodalen Güterumschlag angewiesen sein. Darüber hinaus sollen multimodale Umschlagseinrichtungen ausgebaut werden, um so die stetig zunehmenden Güterströme bedarfs- und umweltgerecht abwickeln zu können. Speziell an den landesbedeutsamen Hafenstandorten gilt es die nutzungskonforme Entwicklung zu sichern, d.h. es sollten Flächen für Infrastrukturen und Verwaltungseinrichtungen des Hafens sowie für hafenaffines Gewerbe vorgehalten werden. Darüber hinaus sollten die Flächen für Infrastrukturen genutzt werden, die einen multimodalen Güterumschlag ermöglichen (Straße, Schiene und Wasserstraße). Um die Binnenschifffahrt verstärkt im Güterverkehr nutzen zu können, sollte die Leistungsfähigkeit des Wasserstraßennetzes erhalten sowie die Wasserstraßen an die moderne Binnenschifffahrt angepasst werden. Ferner sollte sichergestellt werden, dass die gewerblich-industriellen Nutzungen an den landesbedeutsamen Häfen nicht durch das Heranrücken anderer störempfindlicher Nutzungen beschränkt werden. Um eine optimale Multimodalität zu ermöglichen, sollten die Hafenflächen an die Schiene angebunden werden. Zudem kann die Verlagerung der Güterverkehre durch einen Ausbau des kombinierten Verkehrs vereinfacht werden. Hierbei weist auch eine integrierte Siedlungs- und Verkehrsentwicklung eine hohe Relevanz auf, um nicht nur Verkehre zu vermeiden, sondern auch die vorhandene Verkehrsinfrastruktur wirtschaftlicher betreiben zu können. Hinsichtlich der Entwicklung von multimodalen Infrastrukturen, sollte geprüft werden, inwiefern stillgelegte Bahnstrecken für eine potenzielle Wiederaufnahme des Eisenbahnverkehrs möglich ist und die Schieneninfrastruktur an großräumige nationale und europäische Schienennetze angebunden werden kann.

3.2.5.5.4 Kommunale Bauleitplanung

Auf kommunaler Ebene ist die Bauleitplanung das wichtigste Planungswerkzeug zur Lenkung und Ordnung der städtebaulichen Entwicklung einer Gemeinde. Die Bauleitplanung ist laut Baugesetzbuch (§1 Abs. 2 BauGB) in die folgenden zwei Kategorien unterteilt:

- Flächennutzungsplan als vorbereitender Bauleitplan
- Bebauungsplan als verbindlicher Bauleitplan

Aufgabe der Kommunen ist es, die *Flächennutzungspläne (vgl. 3.2.5.5.4.1 Flächennutzungsplan) für* Wohnbauflächen, gemischte Bauflächen, gewerbliche Bauflächen, Gemeinbedarfsflächen etc. ausweisen, sowie Bebauungspläne *(vgl. 3.2.5.5.4.2* Bebauungsplan*),* die die Flächennutzung für eine konkrete Bebauung rechtsverbindlich spezifizieren, zu erstellen.[445]

Städte und Gemeinden sind bei der kommunalen Bauleitplanung an die Bestimmungen der Baunutzungsverordnung gebunden (vgl. 3.2.5.6 Baunutzungsverordnung). Sie können also grundsätzlich nur die Festsetzungen treffen, die die Baunutzungsverordnung zulässt. Im Bauleitplan einer Gemeinde wird das gesamte Gemeindegebiet mit dessen Art der Bodennutzung nach den Bedürfnissen der Gemeinde dargestellt (Bauflächen, öffentliche Gebäude, Parkanlagen, Land- und Forstwirtschaft), vgl. § 5 BauGB.[446]

Den Darstellungen des Flächennutzungsplanes stehen die rechtsverbindlichen Festsetzungen des Bebauungsplanes gegenüber. Der Flächennutzungsplan hat keine unmittelbaren Auswirkungen auf die Nutzung einzelner Grundstücke. Stößt eine bauwillige Partei die Bauleitplanung an, kann sie auf grundlegende Entscheidungen im Bauleitverfahren Einfluss nehmen.[447]

[445] (Krumme, 2021).
[446] (Krumme, 2021).
[447] (Köpfler, 2013, S. 56).

3.2.5.5.4.1 Flächennutzungsplan

Der Flächennutzungsplan zählt zur ersten Stufe der Bauleitplanung. Hier wird die Bodennutzung für ein gesamtes Gemeindegebiet in Grundzügen festgelegt.[448] „Im Flächennutzungsplan ist für das gesamte Gemeindegebiet die sich aus der beabsichtigten städtebaulichen Entwicklung ergebende Art der Bodennutzung nach den voraussehbaren Bedürfnissen der Gemeinde in den Grundzügen darzustellen" (§ 5 Abs. 1 S. 1 BauGB). Der Flächennutzungsplan übernimmt als „vorbereitender Bauleitplan" (§ 1 Abs. 2 BauGB) eine Programmierungsfunktion für die spätere städtebauliche Planung.

Bei der Aufstellung eines Flächennutzungsplanes müssen folgende Grundvoraussetzungen beachtet werden[449]:

- Die mit dem Flächennutzungsplan verfolgte städtebauliche Entwicklung muss sich an einer entwicklungsplanerischen Konzeption orientieren.
- Der Flächennutzungsplan muss sich auf die voraussehbaren Bedürfnisse der Gemeinde mit einem Prognose- und Planungshorizont von 15 bis 20 Jahren beziehen.

Die Bedeutung der Nachhaltigkeit, die auch für ein SPaCiH-Standort eine wichtige Rolle einnimmt, hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Soziale, ökonomische und ökologische Gesichtspunkte werden zunehmend in das Planungsprogramm integriert.[450] Der praktische Umgang mit dem Rechtsbegriff der Nachhaltigkeit ist im planungsrechtlichen Sinne jedoch vielschichtig und steht im gewissen Widerspruch zur formalen Logik eines ausdifferenzierten Rechtssystems. Aus diesem Grund nimmt der Nachhaltigkeitsbegriff eine rechtliche Sonderstellung ein.[451]

3.2.5.5.4.2 Bebauungsplan

Ein Bebauungsplan wird von der Gemeinde festgelegt. Er ist aus dem Flächennutzungsplan zu entwickeln (vgl. 3.2.5.5.4.1 Flächennutzungsplan) und gibt Informationen über ein Grundstück und eine Gebäudeart. Die Gemeinde verpflichtet sich auf die Bewahrung des inhaltlichen Zusammenhangs zwischen Flächennutzungsplan und Bebauungsplan. Nur in Ausnahmefällen kann, vor allem bei Planungsvorhaben im ländlichen Raum, davon abgewichen werden.[452] Der Flächennutzungsplan zeigt Art und Maß eines Baugrundstücks sowie die damit zusammenhängende Nutzung. Es wird exakt angezeigt, wo und wie gebaut werden darf.

Jede Person hat die Möglichkeit, Bebauungspläne einzusehen – zum Beispiel im Bauordnungsamt, im Stadtplanungsamt oder in der Gemeindeverwaltung. Ein Bebauungsplan gliedert sich in eine Planungsskizze und einen Text über die Strukturierung, Ziele und Zwecke des Grundstücks. Man unterscheidet folgende Pläne:

- Qualifizierte Bebauungspläne (Normalfall): „Im Geltungsbereich eines qualifizierten Bebauungsplans, der allein oder gemeinsam mit sonstigen baurechtlichen Vorschriften mindestens Festsetzungen über die Art und das Maß der baulichen Nutzung, die überbaubaren Grundstücksflächen und die örtlichen Verkehrsflächen enthält, ist ein Vorhaben zulässig, wenn es diesen Festsetzungen nicht widerspricht und die Erschließung gesichert ist." (§§30 Abs. 1 BauGB).

[448] (Wirth & Schneeweiß, 2019, S. 19).
[449] (Stadtverwaltung Krefeld, 2021).
[450] (Krüper, 2016, S. 362f.).
[451] (Krüper, 2016, S. 390).
[452] (Krüper, 2016, S. 365).

- Vorhabenbezogene Bebauungspläne: Dieser wird nicht von der Gemeinde, sondern von einem privaten Investor ausgearbeitet, um ein konkretes Vorhaben durchzuführen. Gesetzlich geregelt ist der vorhabenbezogene Bebauungsplan in den §§ 30 Abs. 2, 12 BauGB.[453]
- Einfache Bebauungspläne: Dieser wird wie der qualifizierte Bebauungsplan von der Gemeinde aufgestellt. Sie unterscheiden sich darin, dass für den einfachen Bebauungsplan kein gesetzlicher Mindestinhalt einfließen muss. Sobald ein Merkmal in einem qualifizierten Bebauungsplan fehlt, handelt es sich um einen einfachen Bebauungsplan.[454]
- Selbstständige Bebauungspläne: Dieser Bebauungsplan stellt eine absolute Ausnahme dar. Es muss nicht das gesamte Gemeindegebiet umfassen. Er wird direkt aus dem zugrundeliegenden Flächennutzungsplan entwickelt. Dadurch, dass auf die Aufstellung eines allumfassenden Flächennutzungsplans verzichtet werden kann, können Kosten eingespart werden.
- Vorzeitige Bebauungspläne: Diese Art des Bebauungsplans kann in dringenden Fällen bereits aufgestellt werden, bevor ein Flächennutzungsplan überhaupt existiert. Sobald dieser jedoch aufgestellt wurde, ist der vorzeitige Bebauungsplan nichtig.[455]

3.2.5.6 Baunutzungsverordnung

Zweifelslos variieren die Anforderungen an einen Firmenstandort seitens Industrie, Handels- und Dienstleistungsunternehmen. Wichtige Kriterien bei der Wahl eines neuen Wirtschaftsstandortes sind neben dem Preis der Immobilie, die Verfügbarkeit der Gewerbefläche und angrenzenden Grundstücksflächen sowie deren Nutzungsart.

Eine rechtliche Kategorisierung der bestehenden Nutzungsarten sind in der Baunutzungsverordnung zu finden (kurz BauNVO).[456] Die BauNVO regelt, welche Gebietsausweisungen für unterschiedliche bauliche Nutzungen vorgesehen sind. Ein SPaCiH unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Nutzung und Eigenschaften von anderen Gewerbestandorten. Eine Abgrenzung ist auf Basis der Baunutzungsverordnung möglich. Für ein SPaCiH reduziert sich die Auswahl der relevantesten Ausweisungen auf die Folgenden:

- **Gewerbegebiete (GE)**: Ein Gewerbegebiet dient in erster Linie der Ansiedlung von Gewerbebetrieben, die vorwiegend nicht erheblich belästigen, zum Beispiel durch Lärm, Geruch oder sonstige Umweltbelastungen. Ein Wohngebiet ist strikt von einem Gewerbegebiet zu trennen.[457] Folgende Nutzungsarten ergeben sich beispielsweise für ein Gewerbegebiet[458]:
  - Büro- und Verwaltungsgebäude
  - Gewerbebetriebe aller Art
  - Lagerhäuser, Lagerplätze
  - Sportanlagen
  - Tankstellen
- **Industriegebiete (GI)**: Ein Industriegebiet dient ausschließlich der Unterbringung von Industriebetrieben. Vorwiegend werden solche Betriebe eingebunden, die in anderen Baugebieten unzulässig sind. In diesen Gebieten wird ein ortsunübliches Maß an Lärm und

[453] (Wirth & Schneeweiß, 2019, S. 27).
[454] (Wirth & Schneeweiß, 2019, S. 28).
[455] (Wirth & Schneeweiß, 2019, S. 29).
[456] (BauNVO, 2017).
[457] (gewerbegegiete.de, 2021).
[458] (BauNVO, 2017), §8.

Luftbelastung produziert, weswegen die dort ansässigen Betriebe von Wohngegenden ferngehalten werden.[459] Zulässig in einem Industriegebiet sind beispielsweise[460]:
  - Gewerbebetriebe aller Art
  - Lagerhäuser, Lagerplätze
  - Tankstellen
- **Sondergebiete (SO):** Als sonstige Sondergebiete sind solche Gebiete anzusehen, die sich von den weiteren definierten Baugebieten der §§ 2 bis 10 BauNVO) wesentlich unterscheiden. Zweckbestimmungen sind nach Art der Nutzung festzusetzen. Hier kommen beispielsweise Sondergebiete für Logistik oder Häfen in Betracht.[461] In Sondergebieten soll somit eine einzige Nutzungsart vorherrschen.
  In Sondergebieten für die Logistik werden beispielsweise nur Logistiknutzungen sowie Betriebe mit Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr angesiedelt. Auch Geschäfts- und Bürogebäude müssen in direktem betrieblichem Zusammenhang mit den logistischen Tätigkeiten vor Ort stehen. Analog dazu stehen im Sondergebiet Hafen Verkehrs- und Logistiknutzungen im Vordergrund. In Hafengebieten dürfen darüber hinaus auch hafengebundene Gewerbebetriebe der Bearbeitung von Massengütern angesiedelt werden.[462]

Für die praktische Anwendung werden die Nutzungsarten in Bauleitplänen angezeigt. Diese werden beispielsweise über internetbasierte Geoportale transparent gemacht. Die für das Projekt relevanten Flächen sind unter www.geoportal.nrw zu finden.

3.2.5.7 Checkliste für die Baurechtsschaffung

Das Bauplanungsrecht ist durch das Baugesetzbuch (BauGB) und durch die Baunutzungsverordnung (BauNVO) geregelt und ist ein Teilgebiet des öffentlichen Baurechts. Es stellt das konkrete Bauvorhaben in einen größeren städtebaulichen Kontext und betrachtet es insbesondere vor dem Hintergrund der städtebaulichen Entwicklung und Ordnung. Hierfür ist die Bauleitplanung zuständig (vgl. 3.2.5.5.4 Kommunale Bauleitplanung)

Um Baurecht zu schaffen, müssen eine Vielzahl behördlicher Vorgaben erfüllt werden. Verfahren der Aufstellung von Bauleitplänen, des Flächennutzungsplans und des Bebauungsplans sind im Baugesetzbuch klar geregelt. Aufgrund von Vorprüfungen der Verwaltung oder von Ersuchen des Gemeinderates, des Planungsausschusses oder durch Anregungen Dritter, startet das Verfahren der Planaufstellung mit dem ortsüblich bekannt zu machenden Aufstellungsbeschluss.[463]

Wurden potenzielle SPaCiH-Grundstücke ermittelt, bei denen die Prüfung weiterer Grundstückseigenschaften als zielführend angesehen werden, ist somit eine Vielzahl von öffentlich-rechtlichen Vorschriften zu beachten. Für eine Realisierung muss letzten Endes eine Baugenehmigung, die u.a. umweltbezogene Anforderung berücksichtigt, ausgestellt werden. Im Vorfeld muss jedoch eine baurechtliche Analyse und Bewertung der vorausgewählten Grundstücke stattfinden.

Der planungsrechtliche Prozess zur Baurechtschaffung für ein SPaCiH kann wie folgt aussehen:

1. Wie lautet der Nutzungstyp des Grundstücks lt. Flächennutzungsplan?
2. Bietet der Bebauungsplan die bevorzugten Eigenschaften des definierten SPaCiH-Standortes

[459] (gewerbegegiete.de, 2021).
[460] (BauNVO, 2017), §9.
[461] (BauNVO, 2017), §11.
[462] (Kübler, et al., 2015, S. 7).
[463] (Thesauros AG, 2021).

3. Wirken sich die in der Checkliste relevanten Gutachten positiv für das SPaCiH-Vorhaben aus?

3.2.5.7.1 Schritt 1: Welcher Gebietstyp kommt in Frage?

Im ersten Schritt wird der Gebietstyp im Flächennutzungsplan mit den Anforderungen an den zu planenden SPaCiH-Standort abgeglichen. Je nach geplanter Ansiedlungsstruktur und Standortstrategie des SPaCiHs kommt eine der drei Gebietstypen, Gewerbegebiet (GE), Industriegebiet (GI) oder (logistisches) Sondergebiet (SO) in Frage.

3.2.5.7.2 Schritt 2: Weitere Planungsaspekte

Wurde eine konkrete Fläche für ein SPaCiH-Standort gefunden, müssen die folgenden Planungsaspekte behandelt und bedacht werden, wenn auch nicht jeder Punkt für jedes SPaCiH-Vorhaben zum Tragen kommt. Jedes Grundstück ist individuell zu betrachten. Es gibt keine Standardformel für die Baurechtsschaffung eines Grundstücks. Fallbezogen können Punkte demnach als relevant oder als irrelevant betrachtet werden, weil sie beispielsweise im Voraus durch die verantwortliche Gemeinde erledigt wurden. Die unten aufgeführten Aspekte können wie eine Checkliste betrachtet werden. Die Reihenfolge ist dabei unbedeutend.

3.2.5.7.2.1 Verkehrsgutachten

Im Rahmen von Bauvorhaben werden i.d.R. entsprechende Verkehrsgutachten benötigt. Durch diese werden verkehrliche Auswirkungen untersucht und prognostiziert.

3.2.5.7.2.2 Schalltechnische Untersuchung

Für Industrie- und Gewerbebetriebe und -gebiete gelten schalltechnische Immissionsrichtwerte. Damit soll die umliegende Nachbarschaft vor Lärmbelastung geschützt werden. Die Richtwerte sind nach verschiedenen Kriterien differenziert und in der Bundesvorschrift *TA Lärm* festgelegt.[464]

Bei der Aufstellung von Bebauungsplänen dürfen Immissionsrichtwerte nicht bereits von weiteren Anlagen ausgeschöpft werden, die nur einen Teil des Industrie- oder Gewerbegebietes einnehmen, wodurch die Nutzung der übrigen Teile eingeschränkt werden würde.[465] Vor der Ansiedlung eines neuen Unternehmens oder der Installation einer neuen Anlage kann der Schallimmissionspegel der neuen Immobilie/ Anlage nicht physisch durch Messungen ermittelt werden. In solchen Fällen kann eine Lärmprognose angefertigt werden. Eine Lärmprognose ist von einem Lärmgutachter nach den Vorgaben der *TA Lärm* zu erstellen. In dieser wird untersucht, wie sich die Lärmbelastung des Bauvorhabens auf die Umgebung auswirken wird.

3.2.5.7.2.3 Bodengutachten

Ein Bodengutachten bezeichnet die Untersuchung einer Grundstücksfläche hinsichtlich der geologischen Gegebenheiten des Bodens. Das Risiko späterer Folgeschäden kann dadurch reduziert werden. Vor Baubeginn wird der Boden auf mögliche Besonderheiten oder Störfaktoren mittels Kernbohrungen untersucht. Die entnommenen Proben geben Aussagen über die Tragfähigkeit, Beschaffenheit des Untergrundes, sowie zu den Wasserverhältnissen des Bodens.[466]

3.2.5.7.2.4 Altlastenuntersuchung

Besteht ein Verdacht auf Altlasten im Boden, muss sichergestellt werden, dass diese nicht nach Identifikation im Boden verbleiben. Im Rahmen einer historischen Erkundung des Standortes wird mittels historischer Recherche die Geschichte der Fläche unter die Lupe genommen.[467] Bei der

[464] Vgl. (cdf Schallschutz, 2021).
[465] (BENZ24, 2021).
[466] (Exporo Investment GmbH, 2021).
[467] (Umweltbundesamt, 2021).

Beseitigung von Altlasten können erhebliche Kosten anfallen, die ein Bauprojekt zunichtemachen können.

3.2.5.7.2.5 Artenschutz

Der Artenschutz kann dann zu einer Herausforderung werden, wenn sich auf der Fläche oder an einem abzureißenden Gebäude geschützte Arten angesiedelt haben. Das könnte die Baugenehmigung gefährden, außer die Planung wird so verändert, dass die Anforderungen an den Artenschutz berücksichtigt werden.

Bereits vor der Anfertigung eines Bebauungsplans, findet der Artenschutz Berücksichtigung. Beispielsweise wird der Artenschutz bereits bei der Erstellung des Flächennutzungsplans berücksichtigt. Vor der Aufstellung des Flächennutzungsplans wird zudem eine Umweltprüfung durchgeführt. In dieser wir die im Plangebiet vorhandene Tier- und Pflanzenarten erfasst und ihr Schutz im Hinblick auf die nachfolgende Ebene der Bebauungspläne berücksichtigt.

Wenn das Grundstück innerhalb eines Bebauungsplans oder eines Ortsteiles liegt, der durch Betriebe geprägt ist, spielt das Naturschutzrecht eine untergeordnete Rolle. Lediglich beim Fällen von Bäumen und größeren Gehölzen kann eine gesonderte Genehmigung notwendig sein.

3.2.5.7.2.6 Kompensationsflächen

Für ein Bauvorhaben, bei dem Eingriffe in Natur und Landschaft von Nöten sind, muss in der unmittelbaren Umgebung eine Kompensationsfläche geschaffen werden. Der Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP) ist Teil der Planungsunterlagen zur Genehmigung des Bauvorhabens.[468]

3.2.5.7.2.7 Klagen durch Bürger

Klageberechtigte Dritte können beispielsweise Nachbarn sein, die von den Auswirkungen des Bauvorhabens beeinträchtigt werden (z.B. durch Lärm, Geruch oder Abgase). Sie können aber keine Umstände geltend machen, die sie nicht selbst betreffen. Auch Bürgerinitiativen können einen Bau stoppen. Häufig spielt die Belastung für Mensch und Natur eine Rolle. So können Bürgerklagen einen Bau nicht nur verzögern, sondern auch vollständig stoppen.

3.2.5.7.2.8 Klagen durch Umweltverbände

Umweltverbände können gegen bestimmte umweltrechtlich relevante Zulassungsentscheidungen klagen. Hiervon betroffen sind Entscheidungen über die Errichtung von bestimmten nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz zu genehmigenden Anlagen (beispielsweise bestimmte Industrieanlagen, Anlagen zur Abfallverbrennung oder Energieerzeugung) sowie alle Entscheidungen im Zusammenhang mit Vorhaben, für die eine Pflicht zur Durchführung eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) besteht. Dazu gehören insbesondere Verkehrsinfrastrukturvorhaben wie Fernstraßen, Bahnstrecken, Flugplätze, Häfen oder Wasserstraßen.[469]

3.2.5.8 Fördernde Ansätze für die Planung eines SPaCiH-Standortes

3.2.5.8.1 Steuerungsrelevante Ansätze für ein regionales Flächenmanagement

Ein wichtiger Faktor für den Aufbau eines SPaCiH-Netzwerkes ist die Bereitstellung von marktfähigen Gewerbe- und Industrie- und Logistikstandorten. Um Synergieeffekte hinsichtlich des Flächenmanagements von SPaCiH-Standorten zu erzeugen, werden die folgenden Ansätze, übernommen aus dem Projekt RekonGent des Umweltbundesamtes, als synergiefördernd angesehen. Hierbei kommt der Raumplanung (vgl. 3.2.5.5) eine wichtige Rolle zu, um Quantitäten, Qualitäten und

[468] (Wikipedia, 2021).
[469] (DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung, 2014).

Lagen der SPaCiH-Standorte im Netzwerk zu bestimmen. Die Identifizierung, Entwicklung und Sicherung relevanter Standorte werden generell der Landes- und Regionalplanung sowie der kommunalen Bauleitplanung zugewiesen.

Hinsichtlich der regionalen Flächenentwicklung bzw. -steuerung stellen Regionalpläne das zentrale formale Instrumentarium dar. Für eine positivplanerische Steuerung wäre es fördernd, den einzelnen Kommunen eine, über den lokalen Bedarf hinausgehende Eignung für die Gewerbeentwicklung zuzuschreiben, mit Fokus auf SPaCiHs. Zur Sicherung von geeigneten Standorten wäre es zudem fördernd, wenn potenzielle Flächen in Regionalplänen bereits als geeignete SPaCiH-Flächen markiert und vor konkurrierender Nutzung gesichert werden.

Die folgenden steuerungsrelevanten Ansätze sind als freiwillige Kooperationsinstrumente anzusehen, die ein unterschiedliches Maß an Verbindlichkeit zwischen den Parteien aufweisen. In der Reihenfolge der Verbindlichkeit sind dies:

- Internetportale und Marktberichte: Diese fördern die Transparenz, wenn es darum geht, Informationen zu Flächenangeboten und die Entwicklung des Gewerbeimmobilienmarktes zu erhalten, welche in der Regel durch die die Wirtschaftsförderung einer Stadt/ Region zur Verfügung gestellt werden.
- Gewerbeflächenmonitoring bzw. Gewerbeflächeninformationssystem: Dieses Instrument dient der Darstellung der Entwicklung des Gewerbeflächenmarktes durch stetige Eingabe aktueller Daten.
- Regionale Gewerbeflächenkonzepte bzw. Gewerbeflächenstrategie: Sie dienen der planerischen Vorbereitung und beinhalten die Aufgaben: Bestandsaufnahme und Analyse von Flächenangebot- und -nachfrage, Bedarfsprognosen, Identifizierung neuer Flächen sowie Klassifizierung und Priorisierung der Standorte.
- Interkommunale Gewerbegebiete: Diese stellen eine Form der Zusammenarbeit zwischen Kommunen dar mit dem Ziel, die Standortquantität und -qualität für Ansiedlungen attraktiver zu gestalten.
- Regionale Gewerbeflächenpools: Dieses Instrument bezieht sich auf die Vermarktung von Flächen mehrerer Kommunen unter einem Dach. Dadurch können Vermarktungsrisiken minimiert und Erlöse und Gewinne gerecht verteilt werden.
- Regionale Flächenkontingente, Handel mit Ausweisungsrechten: Die gesamte auszuweisende Fläche mehrerer Kommunen wird gedeckelt und sie erhalten nach einem zu definierenden Schlüssel gewisse Ausweisungsrechte. Der Handel kann über eine Flächenbörse abgewickelt werden. Bisher ist dieses Instrument jedoch nur ein Theoretisches.

Zusammengefasst können Synergieeffekte durch ein regionales Flächenmanagement vor allem in den folgenden Bereichen gesehen werden:

- Bündelung von Verwaltungs- und Finanzkapazitäten
- Gemeinsame Außendarstellung
- Bündelung der Angebote und Konzentration auf Kompetenzfelder
- neue Handlungsoptionen für Kommunen mit geringem Flächenpotenzial
- Abbau von Konkurrenzsituationen
- regionale Koordination

3.2.5.8.2 Kooperationsrelevante Ansätze für ein regionales Flächenmanagement

Eine zentrale Aufgabe eines SPaCiH-Standortes ist, neben der Stadtversorgung, Kooperationen zu fördern und Synergieeffekte hervorzubringen. Bei der Konsolidierung von Unternehmen auf einem SPaCiH-Standort werden den folgenden zwei Standorttypen Synergieeffekte zugeschrieben:

- **Kombination zentralversorgender Logistikstandort + Umschlagshub:** Auf diesem SPaCiH-Standort ist die Logistikfunktion stark ausgeprägt und versorgt die angrenzende Stadt bzw. die angrenzenden Städte.
- **Kombination produktionsversorgender + regionalversorgender + Gateway-Logistikstandort:** Im Rahmen dieses Ansatzes erhöht sich durch eine Konsolidierung von produktionsversorgenden, regionalversorgenden und Gateway-Logistikimmobilien für die Transportdienstleister die Wahrscheinlichkeit, direkt vor Ort eine Rückladung finden zu können. Leerfahrten können dadurch verringert werden. Vorausgesetzt eine Schienenanbindung ist vorhanden, so wird der kombinierte Verkehr wahrscheinlich von einer Auslastungserhöhung profitieren. Durch die Ausweitung der Relationen und/ oder die erhöhte Taktzahl von Güterbahnabfahrten sowie -ankünften steigt die Logistikattraktivität dieses Standortes für die ansässigen Unternehmen.

Im Allgemeinen können durch die oben beschriebenen Konsolidierungsszenarien eine verkehrliche und emissionsseitige Verbesserung erwartet werden. Im Bereich des Flächenschutzes (Flächenzerschneidung, Verkehrswegeauslastung) kann ebenfalls eine Verbesserung in Nachhaltigkeitsgesichtspunkten erreicht werden. Die folgenden organisatorischen und regulativen Ansätze können zur Kooperationsförderung herangezogen werden:

- **Interkommunale Gewerbegebiete:** Dieser, in der Praxis etablierte Ansatz minimiert das Investitionsrisiko für jede mitwirkende Gemeinde und erhöht die Schlagkraft im überregionalen Wettbewerb. Durch die Kooperation kann es gelingen, größere Flächen in strategisch günstigen bzw. umweltseitig tragfähigen Grenzarealen zu entwickeln.
- **Gewerbeflächenpools:** Interkommunale Konkurrenzen können innerhalb eines Planungsraumes abgebaut werden. Bei einem Flächenverkauf profitieren alle teilnehmenden Städte und Gemeinden von den Verkaufserlösen und Steuereinnahmen. Zu betrachten ist jedoch, dass eine Unternehmenskonsolidierung nicht automatisch stattfindet.
- **Gewerbeflächenentwicklungskonzepte:** Mit relativ geringem Aufwand können solche Konzepte diese formalen Planungsinstrumente vorbereiten. Sie schaffen eine gemeinsame Informationsbasis und können einen zukünftigen Handlungsrahmen abbilden.
- **Regionalplanung:** Bereits die Regionalplanung kann bei der Konsolidierung und damit der potenziellen Kooperationsbestrebungen beitragen, indem die Ansiedlungseffektivität durch ein Gewerbeflächenentwicklungskonzept verbessert wird.
- **Raumordnungsverträge:** Diese Verträge können die Entwicklung von (Teil-)Regionen stärken, indem durch interkommunale Abstimmung eine Konsolidierung von (kooperationswilligen) Unternehmen angestrebt wird. Handlungsdruck durch Flächenknappheit begünstigt diesen Ansatz. Sie können jedoch nicht die formalen Instrumente ersetzen.
- **Regionale Flächennutzungspläne:** Dieser innovative Ansatz wird durch mehrere Städte und/ oder Gemeinden angefertigt und vereint Regionalplan und Flächennutzungsplan (vgl. Regionaler Flächennutzungsplan der Städteregion Ruhr).

Bei der Auswahl des jeweils am besten geeigneten Instruments muss die individuelle Ausgangslage in den Regionen selbstverständlich berücksichtigt werden. Vor der Anwendung solcher Instrumente ist es essenziell, die relevanten Akteure an einen Tisch zu holen, um interkommunale Konkurrenzen abzubauen und eine Vertrauensbasis zu schaffen.

3.2.5.8.3 Umweltrelevante Ansätze

Die Umweltwirkung des SPaCiH-Netzwerkes hängt besonders von den Unternehmensansiedlungen im SPaCiH und deren Nachhaltigkeitsbestrebungen ab. Die SPaCiH Netzwerkorganisation ist hier gefragt, umweltschonende Leitplanken und nachhaltige Impulse zu setzen. Betrachten wir jedoch die Erschaffung von SPaCiH-Standorten, so ist bereits zu einem frühen Zeitpunkt zu beachten, dass die negativen Umweltauswirkungen so gering wie möglich gehalten werden.

Eine wichtige Einflussgröße ist, den Flächenverbrauch niedrig zu halten, um die Flächenversiegelung in Deutschland zu bremsen. Auf Bundesebene wurde von der Regierung im Januar 2017 das Ziel herausgegeben, den Flächenverbrauch bis 2030 auf 30 ha pro Tag zu reduzieren. Aktuell liegt der Flächenverbrauch in Deutschland jedoch bei ca. 60 ha pro Tag. Prognosen gehen im Jahr 2030 von einem Flächenverbrauch von 45 ha pro Tag aus.[470]

Um diesen Entwicklungen entgegenwirken zu können, existieren zielführende Instrumente und Maßnahmen zur Flächeneinsparung sowie zur Förderung von Innenentwicklung und Flächenrecycling. Beispielsweise können Subventionen der Entwicklung von außerstädtischen Gewerbegebieten abgebaut werden, um die Neuerschließung auf grüner Wiese zu bremsen.[471]

Ein SPaCiH-Netzwerk sollte auch im Aufbau als nachhaltiges Konzept die Umwelt schonen und nicht belasten sowie ein Vorbild für die nachhaltige Versorgung darstellen. Eine Option, keine weiteren Flächen zu versiegeln, ist z.B. die Nutzung alter Industriebrachen (auch Brownfields genannt). Bei einer Realisierung eines SPaCiH-Standortes in einem Hafenstandort können existierende Unternehmen an den Vorzügen einer SPaCiH-Organisation profitieren. Dabei können Lücken im Hafengebiet genutzt werden, um ergänzende Funktionen, Prozesse bzw. Anlagen aufzubauen. Prämisse für ein SPaCiH-Standort sollte deshalb sein, keine neue Fläche auf „grüner Wiese“ in einen Flächennutzungsplan aufzunehmen. Um die Flächenversiegelung zu bremsen, sollten bestehende Strukturen genutzt und Brownfields erschlossen werden.

Ein weiterer positiver Effekt ist die Verringerung der Flächenzerschneidung, in dem Einzelansiedlungen vermieden werden. Durch die Konsolidierung von Unternehmen auf einem SPaCiH-Standort kann die regionale und überregionale Flächennachfrage gebündelt werden. Ein weiterer positiver Nebeneffekt ist die Vermeidung einer Unternutzung von Straßen und weiterer Verkehrsflächen.

3.2.6 Datentabellen

3.2.6.1 Liste potenzieller Anlegestellen

Die Liste der potenziellen Anlegestellen wurde freundlicherweise von dem Duisburger Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme e.V. (DST) zur Verfügung gestellt (siehe dazu unter Anhang 8.5). Dies beinhaltet die potenziellen Anlegestellen an den Wasserstraßen in NRW. In der Spalte „Code“ wird nach Einschätzung der DST die Eignung für einen Hafenumschlag bewertet. Unter dem Code „1“ befinden sich die Standorte, die auch schon in den Auswertungsszenarien Berücksichtigung fanden. Unter dem Code „2“ finden sich weiter 23 günstige Standorte (Reifegrad III), die zusätzlich in die Auswertung aufgenommen wurden. Die unter Code „3“ gelisteten 46 Anlegestellen sind im Einzelfall auf ein SPaCiH-Konzept zu prüfen, wenn nicht zwangsweise Container umgeschlagen werden müssen. Die unter Code „4“ aufgeführten, nach DST nicht explizit geeignete Anlegestellen sind aber in der Auswertung schon berücksichtigt.

[470] (WeltN24 GmbH, 2021).
[471] (Umweltbundesamt, 2020).

3.2.6.2 Bestehende KV-Terminals

Nr.	Name Terminal	Straße	PLZ	Ort
1	Bergisch Gladbach Terminal	Senefelderstraße	51469	Bergisch-Gladbach
2	Bönen	Lise-Meitner-Straße	59199	Bönen
3	UCT Umschlag Dormagen	Sachtlebenstr. 34	41541	Dormagen
4	Dormagen Chempark Terminal	Neusser Landstraße	41538	Dormagen
5	Container Terminal Dortmund CTD	Kanalstraße 34	44147	Dortmund
6	CTD2 Container Terminal Dortmund	Franz-Schlüter-Straße 18	44147	Dortmund
7	DUSS-Terminal Duisburg KV-Hub Rhein-Ruhr	Alte Ruhrorter Straße 11	47119	Duisburg
8	DUSS-Terminal Duisburg Ruhrort Hafen	Alte Ruhrorter Straße 11	47119	Duisburg
9	D3T Terminal-DuisburglogportI	Rotterdamer Str.30	47229	Duisburg
10	DeCeTe/ ECT Terminal Duisburg	Alte Ruhrorter Strasse 20-22	47119	Duisburg
11	DIT Terminal-DuisburglogportI	Gaterweg 201	47229	Duisburg
12	DKT Terminal-DuisburglogportI	Rotterdamer Str. 49	47229	Duisburg
13	Samskip Multimodal Rail Terminal Duisburg	Dahlingstraße 200	47229	Duisburg
14	Gateway-West-Terminal-GWW-DuisburglogportII	Richard-Seiffert-Straße 43	47249	Duisburg
15	RRT-Rhein-Ruhr-Terminal	Moerser Str. 66	47059	Duisburg
16	Kanzan Terminal	Nippesstraße 5	52349	Düren
17	Düsseldorfer Container Terminal Lausward	Wesermünder Str. 17	40221	Düsseldorf
18	Contargo Voerde-Emmelsum	Schleusenstraße 40	46562	Emmelsum/ Voerde
19	Contargo Emmerich	Werftstraße 6	46446	Emmerich am Rhein
20	Gelsenkirchen Terminal	Am Stadthafen 45	45881	Gelsenkirchen
21	Raben Trans European Gütersloh	Lupinenweg 11	33334	Gütersloh
22	Gütersloh-Spexard Terminal	Lupinenweg 11	33334	Gütersloh
23	Hamm Westfalen Terminal	Hafenstraße 26	59067	Hamm
24	Container Terminal Uentrop	Frielinghauser Straße 5	59071	Hamm
25	CTH Herne	Am Westhafen 27	44653	Herne
26	Hürth	Max-Planck-Straße 20	50354	Hürth
27	KCG Knapsack	Industriestraße 300	50354	Hürth
28	DUSS-Terminal Köln Eifeltor	Am Eifeltor 2	50997	Köln
29	Köln CTS (Köln Niehl)	Stapelkai 2	50735	Köln
30	Terminal Köln Nord HGK	Franz-Greiß-Straße	50735	Köln
31	KCT Krefeld	Am Hafenkopf 8	47809	Krefeld
32	Container Terminal Südwestfalen-Kreuztal	Hüttenstraße 40	57223	Kreuztal
33	Chemion Leverkusen	Kaiser-Wilhelm-Allee 101-103	51373	Leverkusen
34	UTM Marl	Paul-Baumann-Straße 1	45772	Marl
35	Industriehafen II Minden	Karlstr.45	32423	Minden
36	Railterminal Kaldenkirchen	Bahnhofstraße 1	41334	Nettetal
37	Contargo Neuss T2	Tilsiter Straße 11	41460	Neuss
38	Contargo Neuss T1	Floßhafenstraße 37	41460	Neuss
39	Neuss Trimodal	TilsiterStrasse15	41460	Neuss
40	UCT Umschlag Neuss	Tilsiterstr.29-31	41460	Neuss
41	Happe Rheda Terminal	Bosfelder Weg 25	33378	Rheda-Wiedenbrück
42	Container Terminal Rheine	Heiliggeistplatz 2	48431	Rheine
43	Unna Ost	Otto-Hahn-Str.20	59423	Unna
44	Industriepark Unna-Nord Terminal	Schlosserstraße	59425	Unna
45	Industriepark Unna-Süd Terminal	Otto-Hahn-Straße 99	59423	Unna
46	Wesel Distribution Centre	Schleusenstraße20	46562	Voerde
47	Terminal Sappi Wesel	Schleusenstraße 36	46562	Voerde
48	Warstein	Im Waldpark	59581	Warstein
49	Rhein-Lippe Containerterminal	Hafenstraße	46483	Wesel
50	DUSS-Terminal Wuppertal-Langerfeld	Jesinghauserstraße 40	42389	Wuppertal

Tabelle 3-10: Bestehende KV-Terminals in NRW (Stand 5/2022)

3.2.6.3 Liste der TOP 60 Städte in NRW

Rang	Stadt	Einwohner insgesamt	Fläche in km²	Einwohner je km²
1	Köln	1 083 498	405,0	2 675,2
2	Düsseldorf	620 523	217,4	2 854,2
3	Dortmund	587 696	280,7	2 093,6
4	Essen	582 415	210,3	2 768,9
5	Duisburg	495 885	232,8	2 130,1
6	Bochum	364 454	145,7	2 502,0
7	Wuppertal	355 004	168,4	2 108,2
8	Bielefeld	333 509	258,8	1 289,0
9	Bonn	330 579	141,1	2 343,5
10	Münster	316 403	303,3	1 043,3
11	Mönchengladbach	259 665	170,4	1 523,0
12	Gelsenkirchen	259 105	104,9	2 469,0
13	Aachen	248 878	160,8	1 547,0
14	Krefeld	226 844	137,7	1 647,0
15	Oberhausen	209 566	77,1	2 718,0
16	Hagen	188 687	160,4	1 176,0
17	Hamm	178 967	226,4	790,0
18	Mülheim an der Ruhr	170 921	91,2	1 872,0
19	Leverkusen	163 905	78,9	2 078,0
20	Solingen	159 193	89,5	1 778,0
21	Herne	156 940	51,4	3 052,0
22	Neuss	153 109	99,5	1 538,0
23	Paderborn	151 864	179,6	846,0
24	Bottrop	117 388	100,6	1 167,0
25	Bergisch Gladbach	111 636	83,1	1 344,0
26	Remscheid	111 516	74,5	1 497,0
27	Recklinghausen	110 705	66,5	1 665,0
28	Moers	103 487	67,7	1 529,0
29	Siegen	101 943	114,7	889,0
30	Gütersloh	100 664	112,0	899,0
31	Witten	95 876	72,4	1 324,0
32	Iserlohn	91 815	125,5	732,0
33	Düren	91 272	85,0	1 074,0
34	Ratingen	86 899	88,7	979,0
35	Lünen	85 838	59,4	1445,0
36	Marl	84 312	87,8	961,0
37	Minden	81 592	101,1	807,0
38	Velbert	81 564	74,9	1089,0
39	Viersen	77 376	91,1	849,0
40	Rheine	76 123	145,0	525,0
41	Gladbeck	75 518	36,0	2 099,0
42	Troisdorf	74 994	62,0	1 210,0
43	Dorsten	74 515	171,2	435,0
44	Detmold	74 097	129,4	573,0
45	Arnsberg	73 487	193,7	379,0
46	Castrop-Rauxel	73 126	51,7	1 415,0
47	Lüdenscheid	71 911	87,02	826,0
48	Bocholt	71 061	119,4	595,0
49	Lippstadt	67 793	113,7	596,0
50	Dinslaken	67 338	47,7	1 413,0
51	Herford	66 495	79,2	840,0
52	Kerpen	65 802	113,9	578,0
53	Dormagen	64 500	85,5	754,0
54	Grevenbroich	63 941	102,5	624,0
55	Herten	61 860	37,3	1 657,0
56	Bergheim	61 749	96,3	641,0

Rang	Stadt	Einwohner insgesamt	Fläche in km²	Einwohner je km²
57	Wesel	60 329	122,6	492,0
58	Hürth	59 525	51,2	1 162,0
59	Langenfeld	59 112	41,2	1 437,0
60	Unna	58 816	88,5	664,0

Tabelle 3-11: Liste der Top 60 Städte in NRW nach Anzahl Einwohner

3.3 Systemplanung

„In der Systemplanung sind die notwendigen Ressourcen zur Umsetzung der in der Strukturplanung definierten Prozesse zu bestimmen. Die Systemplanung ist an den normativen und strategischen Vorgaben auszurichten. Es erfolgt die technische, informatorische und organisatorische Ausgestaltung der in der Strukturplanung vorstrukturierten Segmente (Steuerbereiche). Hierzu ist der den Segmenten zuzuordnende Ressourcenbedarf nach Art (Abdeckung des Anforderungsprofils) und/ oder Anzahl (Dimensionierung) zu bestimmen“.[472]

Die folgenden Kapitel geben einen groben Überblick der möglichen Transport-, Umschlags- und Behältertechniken, die bei dem SPaCiH-Konzept zum Einsatz kommen können.

3.3.1 Transporttechnik

3.3.1.1 Definition Fahrräder mit Motorunterstützung

Der größte Anteil der angebotenen E-Bikes sind Pedelecs (pedal electric bicycle), welche nur dann eine Motorunterstützung bieten, wenn der Fahrer in die Pedale tritt. Erfolgt die Pedalunterstützung bis 25 km/h, gelten Pedelecs als Fahrrad.

S-Pedelecs (Speed-Pedelecs, 45 km/h) dagegen brauchen eine Zulassung in Form eines Versicherungskennzeichens, einer Haftpflichtversicherung, einer Helmpflicht und einer Fahrerlaubnis der Klasse AM (Roller) und der Fahrer muss mindestens 16 Jahre alt sein. Ansonsten ist das Fahren auf öffentlichen Verkehrswegen untersagt. Wichtiger Hinweis: Normale Radwege dürfen mit einem S-Pedelec nicht befahren werden.

E-Bikes (electric bike) fahren auf Knopfdruck auch ohne Pedalunterstützung. Sobald E-Bikes eine Geschwindigkeit von mehr als 6 km/h ohne Treten erreichen, gelten sie nicht mehr als Fahrräder, sondern als Kraftfahrzeuge. Dies bedeutet, dass mindestens ein Versicherungskennzeichen und eine Mofa-Prüfbescheinigung oder bei leistungsstärkeren Bikes eine Fahrerlaubnis der entsprechenden Klasse erforderlich ist.[473]

3.3.1.2 Lastenräder

Lastenräder sind Transportmittel, die sich aufgrund integrierter Ladeflächen zum gewerblichen Transport von Gütern eignen.[474] Die deutsche Straßenverkehrsordnung (StVO) unterscheidet beim Recht auf Radwegenutzung nicht zwischen verschiedenen Fahrradtypen. Cargobikes gelten bei den folgenden Abmessungen und E-Antrieben rechtlich als Fahrräder und dürfen damit Radwege benutzen[475]:

- max. Höhe: 2,50 m | max. Länge: 4 m | max. Breite: 1 m bei Einspurern, 2 m bei Mehrspurern
- max. elektrische Tretunterstützung: 25 km/h und 250 W Nenndauerleistung | elektrische Anfahrhilfe bis max. 6 km/h

Nicht auf dem Radweg fahren dürfen führerscheinpflichtige S-Pedelecs mit elektrischer Tretunterstützung bis 45 km/h. Vor allem mit mehrspurigen Lastenrädern ist das Fahren auf oft viel zu schmalen und unebenen Radwegen erschwert, weshalb folgende Ausnahmeregelung gilt:[476]

[472] Vgl. (Beckmann, 2012).
[473] Vgl. (Fahrrad XXL, 2023).
[474] Vgl. (Fontaine, et al., 2021).
[475] Vgl. (StVZO, 2020).
[476] Vgl. (Cargobike.jetzt, 2023).

„Die Führer anderer Fahrräder [wie mehrspurige Lastenfahrräder und Fahrräder mit Anhänger] sollen in der Regel dann, wenn die Benutzung des Radweges nach den Umständen des Einzelfalles unzumutbar ist, nicht beanstandet werden, wenn sie den Radweg nicht benutzen.“[477]

Sind also Breite oder Belag eines Radweges „nach den Umständen des Einzelfalls unzumutbar“ für ein mehrspuriges Cargobike, so sind sie auf der Fahrbahn geduldet, auch wenn eine Radwegebenutzungspflicht ausgeschildert ist.[478]

3.3.1.3 Typen von Lastenräder

Der Markt der Lastenräder wächst zurzeit rasant mit immer mehr Anbietern und Modellen, von denen ein kleiner Auszug aus dem Nutzradkatalog in Tabelle 3-12: Übersicht Lastenräder aufgezeigt werden.

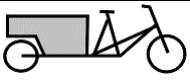
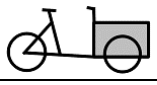
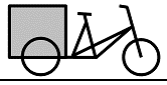
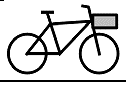
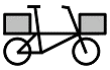
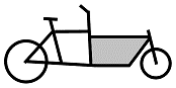
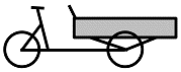
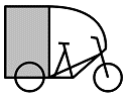
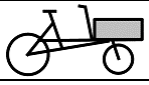
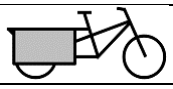
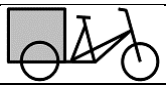
2-rädrig		3-rädrig		4-rädrig
				
Bäckerrad	Zweirad-Transporter	Bakfiets	Dreirad-Transporter	Bäckerquad
				
Lorri	Long John	Bakfiets für große Lasten	Deltatrike	Vierrädiges Bakfiets
				
Filibus	Langtails			Lastenquad

Tabelle 3-12: Übersicht Lastenräder[479]

Darüber hinaus gibt es Vielzahl von Sonderbauformen, wie Räder für Kinder, Rikschas, Werbung- und Verkauf sowie spezielle Einsatzgebiete, beispielsweise Rollstuhltransport. Lastenräder können sowohl ohne als mit E-Antrieb ausgestattet sein. Dies hat u.a. Einfluss auf die Preise:

	ohne E-Antrieb		mit E-Antrieb	
Lastenradtyp	Preisspanne	Durchschnittspreis	Preisspanne	Durchschnittspreis
Langträger/ Longtail	839-1.680 €	1.344 €	1.680-4.201 €	3.249 €
Bäcker-/ Postfahrrad	374-1.328 €	684 €	1.550-2.403 €	1.946 €
Hecklader/ Lastendreiräder/ Trike	587-3.781 €	2.201 €	2.975-9.990 €	4.947 €
Tief-/ Frontlader/ Long John/ Bakfiets	1.176-5.209 €	3.044 €	1.957-6.059 €	3.851 €

Tabelle 3-13: Preisübersicht Lastenräder (Stand 2021)[480]

Laut einer Pressmitteilung der Opes Solution[481] gab es einen Zusammenschluss mit den Experten für nachhaltige Logistik von Urban Mobility[482], um E-Cargo-Bikes mit robusten und leichten Solarmodulen

[477] (Allgemeine Verwaltungsvorschriften zur Straßenverkehrordnung (VvW-StVO), Randnummer 23 zu §2, 2021).
[478] Vgl. (Cargobike.jetzt, 2023).
[479] Vgl. (Nutzrad, 2023).
[480] (Fontaine, et al., 2021, S. 14).
[481] Vgl. (OPES SOLUTIONS, 2022).
[482] Vgl. (urbanmobility, 2023).

auszustatten. Die speziell für Fahrzeuge entwickelte, integrierte Solarlösung sorgt für bis zu 20 % mehr Reichweite bei voller Auslastung der 250 kg Nutzlast plus Fahrer.

3.3.1.4 Einsatzgebieten von Lastenräder

Der Einsatz von Lastenrädern ist sowohl durch die Transportgewichte und Ladekapazität als auch die Zustellradien begrenzt. Auch wenn einige Modelle bis zu 150 kg Nutzlast und ein Ladevolumen von ca. 1,5 m^3 aufweisen eignen sich diese in der Praxis eher nur für den Transport von Pluspäckchen/ Päckchen der Größe S bis Pluspäckchen M.[483]

	Max. Gewicht	Max. Maße (LxBxH)	Volumen (l)
Päckchen S	2 kg	35 x 25 x 10 cm	8,75
Päckchen M	2 kg	60 x 30 x 15 cm	27,00
Paket S	2 kg	60 x 30 x 15 cm	27,00
Paket M	5 kg	120 x 60 x 60 cm	432,00
Paket L	10 kg	120 x 60 x 60 cm	432,00
Paket XL	31,5 kg	120 x 60 x 60 cm	432,00

Tabelle 3-14: Aktuelle Übersicht der Paketgrößen DHL (Stand 1.1.2022)[484]

Bei einer mittleren Paketgröße von ca. 10 Litern können ca. 40 Pakete mit dem Lastenrad des Typs Bakfietsen und ca. 200 Pakete mit dem Typ „Lastenquad“ transportiert werden.[485]

Bei 40 Paketen pro Tour und einer Stoppquote von 80 % muss das Lastenrad 32-mal halten, um dann wieder an den Ausgangspunkt zurückzukehren. Verschiedene Studien verweisen darauf, dass der Fahrradius beim Lastenrad auf zwei bis drei Kilometer vom Ausgangspunkt begrenzt ist.[486] Da die Depots der Logistikdienstleister jedoch bestenfalls am Stadtrand liegen, aber meistens oft 10 bis 50 km vor den Stadtzentren, ist der Einsatz von Lastenrädern nicht zielführend.

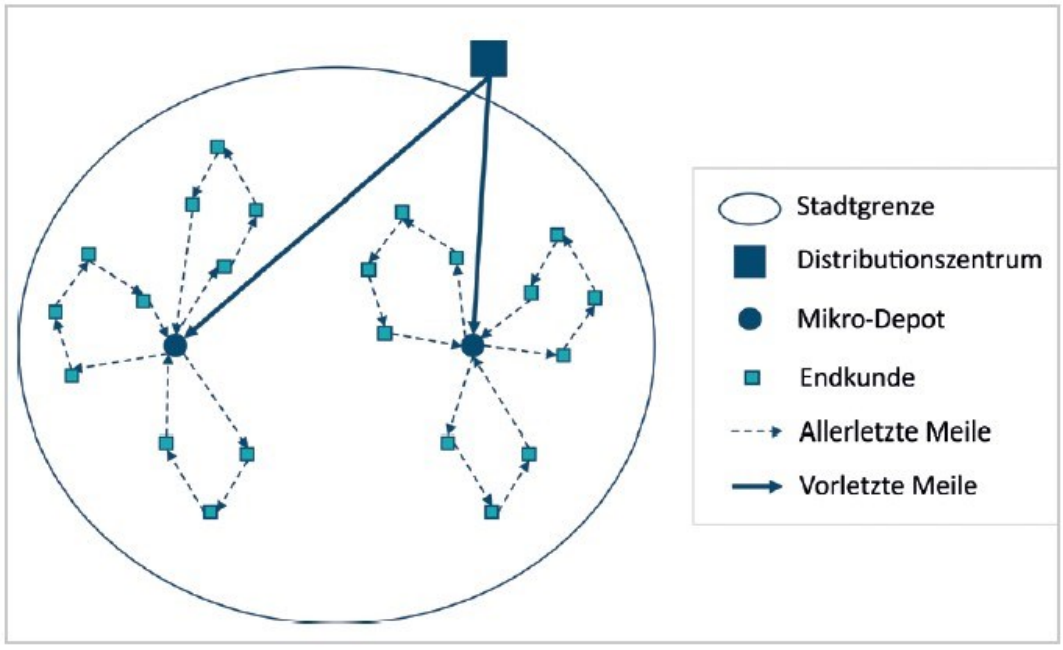


Abbildung 3-37: Unterteilung der letzten Meile, aus „Potenziale für Lastenradtransporte“[487]

[483] Vgl. (DHL Paket GmbH, 2021).
[484] (DHL Paket GmbH, 2021).
[485] Vgl. (Fontaine, et al., 2021).
[486] Vgl. (KoMoDo, 2019).
[487] (Fontaine, et al., 2021).

Ein wirtschaftlicher Einsatz von Lastenrädern ist nur gegeben, wenn das Versorgungsgebiet räumlich klein und das Paketaufkommen an S-Paketen hoch ist. Bei einem Versorgungsgebiet um ein Depot bzw. Mikro-Hub wird das Lastenrad die Fläche in elliptischen Fahrzonen abfahren.

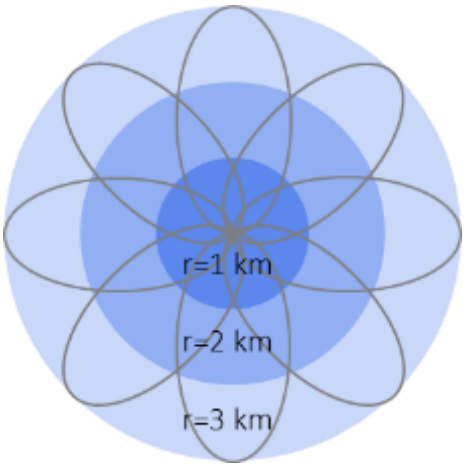


Abbildung 3-38: Fahrzonen um einen Mikro-Hub (r = Radius)

Unter der Annahme, dass bis zu acht Touren zur Abdeckung einer kreisförmigen Fläche um einen Ausgangspunkt herum (siehe Abbildung 3-38) notwendig sind, ergibt sich folgende Fahrleistung in Abhängigkeit von den Fahrradien:

Fahrradius [km]	Parameter für Ellipsenberechnung		Umfang einer Ellipse [km]	Anzahl Touren	Gesamtlänge aller Ellipsen [km]
	a [km]	b [km]			
0,5	0,25	0,08	1,2	8	9,4
1,0	0,50	0,17	2,3	8	18,7
1,5	0,75	0,25	3,5	8	**28,1**
2,0	1,00	0,33	4,7	8	37,5
2,5	1,25	0,42	5,9	8	46,8
3,0	1,50	0,50	7,0	8	56,2

Tabelle 3-15: Fahrleistung eines Lastenrads in Abhängigkeit von Fahrradien

Für die Ellipsenberechnung wurde die vereinfachte Formel angesetzt:

$$\text{Umfang Ellipse} = \pi \sqrt{2(a^2 + b^2)}$$

In relevanten Studien[488,489] werden Fahrleistungen von ca. 20 bis 30 km pro Lastenrad und Fahrer ausgewiesen. Gemäß oberer Tabelle würde diese Fahrstrecke bei einem Radius von 1,5 km erreicht werden. Erhöht man den Fahrradius, wird ein zweites Lastenrad und damit eine weitere Person benötigt. Dies würde die Wirtschaftlichkeit gegenüber einer konventionellen Sprinter-Lösung erschweren, da hier Touren von 50 bis 60 km durch den Einsatz eines Fahrers möglich sind.

Der Einsatz von Lastenrädern ist somit bei kleinen Liefergebieten mit kurzen Wegen zum Nachladen am Mikro-Depot sinnvoll. Größere Zustellradien bedeuten aus diesem Grund einen Effizienzverlust.[490,491]

[488] Vgl. (Bogdanski, 2017).
[489] Vgl. (BMDV, 2012).
[490] Vgl. (Hansen, 2019).
[491] Vgl. (Fontaine, et al., 2021).

Allgemeine Einschätzung des Einsatzes von Lastenrädern:

Vorteile	Nachteile
Entlastung des Straßenverkehrs	begrenzte Reichweite (max. 3 km vom Depot)
Örtlich emissionsfrei	geringe Nutzlast und Nutzvolumen
Keine Parkplatzsuche	Je nach Modell kein Wetterschutz für Fahrer
Abkürzungen durch Radfahrweg, Fußgängerzonen, Poller, Einbahnstraßen möglich	

Tabelle 3-16: Vor-/ Nachteile Lastenfahrrad

3.3.1.5 Vierrad-Elektro-Stehroller

Ein Hersteller für vierrädrigen Elektro-Roller ist beispielsweise die niederländische Firma Stint. Der Stehroller soll für die Brief- und Paketzustellung sowie für kommunale Entsorgungsbetriebe einsetzbar sein. Das Gefährt wird mit einer etwa zwei Kubikmeter großen Box bereits von der niederländischen Post in Amsterdam für die Zustellung auf der letzten Meile eingesetzt. Die Zuladung des zweispurigen Fahrzeugs beträgt 500 kg, das Leergewicht inklusive Akkus 218 kg. Angetrieben wird es von einem Niedervolt-E-Antrieb eines italienischen Herstellers. Die Handhabung des äußerst wendigen Fahrzeugs (Wendekreis 4 m) ist einfach, da der Fahrer auf einer Plattform steht und die Box ausreichend überblickt. Beim Bremsen wird Energie in die Akkus zurückgespeist. Im Alltagsbetrieb soll die Reichweite des Letzte-Meile-Gefährts bei 75 km liegen, sie ist aber per wählbarer Akku-Anzahl skalierbar von 30 bis 90 km. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 25 km/h, die maximale Steigungsrate 10 %.[492]

In der belgischen Stadt Gent wird es seit April 2017 von den beiden Logistikdienstleistern „Bubble Post“ für kleinere Lieferungen und „City Depot“ für größere Lieferungen eingesetzt, da dort ab 11 Uhr ein Fahrverbot für alle Pkw und Lkw gilt.[493]

Abbildung 3-39: Vierrad-Elektro-Stehroller STINT Cargo[494]

Des Weiteren bietet die Fa. Stint eine Variante mit einer offenen Lademulde und einer Kapazität von 350 kg und Platz für eine EURO-Palette an. Das Ein- und Auslanden wird durch die Klappe sehr erleichtert. Die maximale Fahrgeschwindigkeit beträgt ca. 17 km/h.

[492] Vgl. (Stintum, 2023).
[493] Vgl. (Osna.Bike, 2022).
[494] (Stintum, 2023).

Abbildung 3-40: Vierrad-Elektro-Stehroller STINT Pickup[495]

Vorteile	Nachteile
Entlastung des Straßenverkehrs	begrenzte Reichweite (ca. 50km)
Örtlich emissionsfrei	gesetzliche Regularien offen
Verschiedene Varianten	

Tabelle 3-17: Vor-/ Nachteile Vier-Rad-Stehroller

3.3.1.6 Dreirad-Elektro-Sitzroller

Abbildung 3-41: Dreirad-Elektro-Sitzroller[496]

Vorteile	Nachteile
Entlastung des Straßenverkehrs	begrenzte Reichweite (ca. 100km)
Örtlich emissionsfrei	Gesetzliche Regularien offen (Führerschein? Straßenzulassung?)
Relativ hohe Fahrgeschwindigkeit	

Tabelle 3-18: Vor-/ Nachteile Dreirad-Elektro-Sitzroller

3.3.1.7 Drohne/ Multicopter

Die Logistikdrohnen gehören wie alle Drohnen zu den unbemannten Flugobjekten und dienen dazu, Waren autonom zu transportieren. Verfügt die Drohne über mehr als zwei Rotoren spricht man auch von einem Multicopter.

[495] (Stintum, 2023).
[496] (Hermes World, 2017).

Abbildung 3-42: Lieferdrohne[497]

Multicopter finden in der Logistik ihren Einsatz, wenn Pakete mit geringem Gewicht und Volumen schnell und spontan geliefert werden müssen (beispielsweise bei Medikamentenlieferung auf eine Insel).

Laut einer Meldung vom 24.05.2022 will der US-Supermarktriese Walmart gemeinsam mit dem Flottenbetreiber DroneUp bis Ende des Jahres 2022 34 Abholstationen in den USA mit Drohnen anfliegen. Somit könnten vier Millionen US-Haushalte mit einer Kapazität von einer Million Paketen pro Jahr beliefert werden. Das Paket darf maximal 4,5 Kilogramm wiegen und der Preis für eine Lieferung beträgt 3,99 Dollar.[498]

Vorteile	Nachteile
Entlastung des Straßenverkehrs	Geringe Zuladungsmöglichkeiten (max. 10 Kg über Strecken von weniger als 65 Kilometer)
Geringer Energieverbrauch & dadurch weniger Emissionen	Rechtliche Grenzen
Schnelle und effiziente Zustellungsabläufe	Gefährdungspotenzial durch Kollisionen oder Abstürze
	Geräuschemission

Tabelle 3-19: Vor-/ Nachteile Drohen

3.3.1.8 Lieferroboter

Lieferroboter befördern autonom oder teilautonom Gegenstände aller Art von einem Akteur zum anderen. Ein Hersteller von Lieferrobotern ist die Fa. Starship.[499] Die Fahrzeuge werden zurzeit schwerpunktmäßig innerbetrieblich in großen Firmen eingesetzt, wie beispielsweise bei Merck, um die Mitarbeiter von Laufwegen zwischen den Abteilungen zu entlasten. Die Fa. Hermes hat den Roboter für die Auslieferung von Kundenlieferungen schon in London (England), Washington (USA) und Tallinn (Estland) getestet. Ähnliche Versuche unternimmt Amazon mit seinem Modell Scout[500] an vier Standorten in den USA. Ein Einsatz in Deutschland ist aufgrund der gesetzlichen Vorgaben an die Sicherheit aktuell erschwert.

[497] Vgl. (WELT, 2014).
[498] (corporate.walmart.com, 2022).
[499] Vgl. (Starship Technologies, 2023).
[500] Vgl. (Sawall, 2021).

Abbildung 3-43: Lieferroboter[501]

Einen anderen Ansatz verfolgt die Firma Piaggio Fast Forward, ein Start-up und Tochterunternehmen von Piaggio aus dem Großraum Boston, mit ihrem Produkt „gita“. Die Prototypen von Gita wurden erstmals im Februar 2017 vorgestellt. Der Roboter folgt seinem Begleiter und kann damit als mobile Einkaufstasche genutzt werden.

Abbildung 3-44: Gita-Konzept[502]

Vorteile	Nachteile
Entlastung des Straßenverkehrs	Geringe Zuladung (bis 10-15 kg)
Örtlich emissionsfrei	Niedrige Zustellgeschwindigkeit (bis 6-7 km/h)
Automatisierte und flexible Auslieferung (Paketzustellung als auch -abholung zu allen Tages- und Nachtzeiten)	Lieferroboter als „Hindernis“ auf Gehwegen oder Straßen
Umgehen von Staus und Sperrungen auf Straßen	Geringe Reichweite
	Vandalismus

Tabelle 3-20: Vor-/ Nachteile Lieferroboter

[501] (Mortsiefer, 2016).
[502] (Piaggio Fast Forward, 2023).

Einen weiteren Schritt mit intelligenten Auslieferungsstationen beschreitet der chinesische Onlinehändler JD.com seit Anfang 2019.

In den „Smart Delivery Stations“ in den Städten Changsha und Hohhot werden selbstfahrende Zustellroboter mit bis zu 30 Paketen beladen und liefern diese anschließend in einem Radius von 5 km aus. Die Fahrzeuge planen dabei Routen und erkennen Hindernisse sowie Ampeln. Die Herausgabe der Sendung funktioniert per Gesichtserkennung. Bei voller Kapazität können die Stationen im kombinierten Roboter-Kurierboten-Betrieb nach Unternehmensangaben bis zu 2.000 Pakete pro Tag ausliefern.[503]

Abbildung 3-45: Smart Delivery Station[504]

Vorteile	Nachteile
Weniger Emissionen, Verschmutzung und Lärm	Allgemeine Sicherheitsbedenken (Unfälle und Cyberattacken)
Autonomes Fahren	Setzt entsprechende Infrastruktur für das Befüllen der Schließfächer voraus
Verschlüsselte Schließfächer am Fahrzeug	

Tabelle 3-21: Vor-/ Nachteile Selbstfahrende Zustellroboter

3.3.1.9 Paketzüge

Ein *Ducktrain* besteht dem Hersteller zufolge aus bis zu fünf leichten Elektrofahrzeugen, die miteinander gekoppelt sind und das Ladevolumen eines herkömmlichen Transporters in die Städte befördern. Im Zustellbezirk vereinzelt sich der Ducktrain laut Anbieter auf den letzten zehn bis 500 Metern und einzelne Ducks bringen die Pakete zur Haustür. Laut des Unternehmens lenkt und fährt der Ducktrain dabei selbstständig, indem er automatisch dem Zusteller folgt, der entweder zu Fuß oder mit dem Rad unterwegs ist.[505]

[503] Vgl. (JD.Com, 2023).
[504] (Youtube, 2023).
[505] Vgl. (logistik-heute, 2021).

Abbildung 3-46: Autonomer Routenzug[506]

Vorteile	Nachteile
Weniger Emissionen, Verschmutzung und Lärm	Technologisch noch nicht ausgereift, bzw. in der Erprobung
Kann auf Fahrradwegen und dem Bürgersteig fahren	Allgemeine Sicherheitsbedenken (Unfälle und Cyberattacken)
Modulares Containersystem	
5 einzelnen Ducks in einen Ducktrain, ermöglicht die gleiche Nutzlast, wie ein normaler Lieferwagen	

Tabelle 3-22: Vor-/ Nachteile Paketzüge

Eine technisch weniger anspruchsvolle Lösung wurde schon 1996 in Utrecht/ Niederlande mit dem Cargohopper erprobt.

Abbildung 3-47: Cargohopper[507]

Die bis zu 16 m langen Züge bei einer Breite von 1,25 m können zur Versorgung der Innenstadt, vorrangig der Geschäfte, in den engen Gassen eingesetzt. Die Zugmaschine verfügt über einen 28 PS-

506 (Ducktrain, 2023).
507 (Zukunft Mobilität, 2018).

Elektromotor (48 V) und erreicht mittels der Batterien oder PV-Anlage auf dem Dach eine maximale Reichweite von 30 km bei einer Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h.

3.3.1.10 Straßenbahn

Eine Straßenbahn ist ein in der Regel elektrisch betriebenes, schienengebundenes Transportsystem, das hauptsächlich zur Personenbeförderung eingesetzt wird.

Vereinzelt gibt es realisierte Konzepte für die Nutzung der Straßenbahn für den Güterverkehr, neben einer Vielzahl von gescheiterten Pilotprojekten, wie die CarGoTram in Dresden[508] oder der GüterBim in Wien[509]. Geblieben ist die Cargo-Tram in Zürich, die für die Entsorgungslogistik eingesetzt wird.

In verschiedenen Projekten wurde versucht, die Straßenbahn zusätzlich als Güterstraßenbahn einzusetzen. Bekannteste Umsetzung in Deutschland ist die CarGoTram[510] der Dresdner Verkehrsbetriebe AG, die ab 2001 zwischen dem Logistikzentrum Friedrichsstadt die gläserne Manufaktur mit Bauteilen für die dort produzierte Baureihe VW Phaeton belieferte. Ab April 2017 versorgte die Cargo Tram das Werk mit Komponenten für den VW E-Golf. Kurz vor Weihnachten 2020 endete der Betrieb der Güterstraßenbahn aufgrund der geringeren Transportbedarfe.

Abbildung 3-48: CarGoTram[511]

Gründe für das Scheitern waren die starke Taktung des Fahrbetriebes und die relativ kurzen Haltezeiten pro Stopp, weshalb eine zeitaufwendige Be- bzw. Entladung ausgeschlossen ist. Zudem ergeben sich Problemstellungen für die Betriebssicherheit bei einem Mischbetrieb von Personen- und Lastenbeförderung.

[508] Vgl. (Eurailpress, 2020).
[509] Vgl. (Stadt Wien, 2005).
[510] Vgl. (Springer, 2020).
[511] (StartUs Insights, 2022).

Erfolgreicher im Einsatz ist die Cargotram in Zürich, die für Sperrmülltransporte eingesetzt wird. Diese verkehrt seit Frühjahr 2003 in der Stadt Zürich nach Fahrplan und kann für die Bewohner zur kostenlosen Entsorgung diverser Sondermüllgruppen, wie Flachglas, Kaffeekapseln aus Aluminium, Korken, Metall, PIastikflaschen, Sperrgut und Steingut, Elektrogeräte etc. genutzt werden.

Abbildung 3-49: Straßenbahn zur Müllsammlung in Zürich[512]

Weitere Ansätze zur Güterversorgung mit Straßenbahnen finden sich in:

- Saint-Étienne in Frankreich: Tram Fret (Anfang 2017 bis Ende 2017)[513]
- Wien in Österreich: GüterBim (Mai 2005 bis Mitte August 2005)[514] [515]
- Frankfurt in Deutschland (2018 bis Dezember 2019)[516]

Darüber hinaus gibt es weltweit verschiedene Pilotstudien zur Untersuchung der Möglichkeiten der Versorgung von Ballungsräumen per Güterstraßenbahn und Lastenfahrrad. Eine Übersicht findet sich in einem Bericht zum Forschungsvorhaben „LastMileTram“.[517]

[512] (VBZ, 2023).
[513] Vgl. (Alba, 2012).
[514] Vgl. (Ziegler, 2007).
[515] Vgl. (Gerstl, 2019).
[516] Vgl. (Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, 2021).
[517] Vgl. (Schäfer, Schocke, Höhl, & Gilbert, 2020).

Abbildung 3-50: Verladung und Ladesicherung Güterstraßenbahn Frankfurt[518]

Als aktuelles Projekt für eine Güterstraßenbahn kann die regioKArgoTRamTrain in Karlsruhe genannt werden. Der Startschuss für das Leuchtturmprojekt war der 8. Dezember 2022. Dazu erhält die Albtal-Verkehrsgesellschaft (AVG) rund 2,6 Millionen Euro aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und 1,3 Millionen Euro aus Landesmitteln, um eine effiziente und nachhaltige Lösung für die Mobilität von Menschen und Gütern mittels Straßenbahnwagen zu demonstrieren.[519]

Das Gesamtprojekt „regioKArgo“ hat sich mit umliegenden Regionen von Karlsruhe zum Ziel gesetzt, die mittlere Meile der Belieferung mit Waren emissionsfrei zu gestalten. Auf der sogenannten mittleren Meile wird diese an einen Hub geliefert, über den die weitere Feinverteilung erfolgt. Um dies zu verwirklichen, haben sich die Karlsruher Verkehrsbetriebe, die Albtal-Verkehrs-Gesellschaft und die Stadt Karlsruhe zusammengeschlossen.

Geplant ist dabei ein Transport, der sowohl mit als auch ohne Passagiere stattfinden kann, ausgenommen ist der kombinierte Verkehr bei Stoßzeiten. Für die Be- und Entladung der Waren innerhalb der kurzen Haltezeiten sollen in einem Teil-Forschungsprojekt „LogIKTram“[520] automatische Be- und Entladungssystem entwickelt werden. Ein Ansatz könnte ein dreirädriges Containerfahrzeug sein.

[518] (Urban Transport Magazine, 2021).
[519] Vgl. (Durlacher.de, 2022).
[520] Vgl. (KIT, 2021).

Abbildung 3-51: LogIKTram[521]

Einen neuen Versuch, die Straßenbahn als Lastentram einzusetzen, hat DHL am 28.10.2022 in der Landeshauptstadt Mecklenburg-Vorpommerns Schwerin gestartet. Ziel ist es, auf einer Sonderlinie im City-Bereich werktäglich rund 450 DHL-Paketsendungen zu transportieren.[522]

Abbildung 3-52: DHL-Versuchsbahn in Schwerin [523]

Vorteile	Nachteile
Nutzung der vorhandenen Infrastruktur (Schienen, Strom-versorgung)	Taktsteuerung erlaubt nur zeitlich begrenzte Haltezeiten
Örtlich emissionsfrei	Rechtliche Probleme bei Mix-Betrieb (Personen/ Güter)
	Inneneinrichtung für Personentransport nur bedingt für Gütertransport geeignet

Tabelle 3-23: Vor-/ Nachteile Straßenbahn

[521] (Bramsiepe, 2022).
[522] Vgl. (Deutsche Post DHL Group, 2022a).
[523] (Deutsche Post DHL Group, 2022b).

3.3.1.11 Seilbahn

Eine Seilbahn ist ein zu den Bahnen gehörendes Verkehrsmittel für den Personen- oder Gütertransport. Um eine adäquate Förderleistung zu erreichen, sollten die Haltestellen ca. 400-800 m auseinanderliegen, weil die Bahnen an jedem Halt verlangsamt werden müssen.[524] Im Vergleich dazu können Busse hingegen alle 300-400 m stoppen.

In der Stadt Bochum wurde von den *Stadtgestaltern*, eine parteilose Wählergruppe, überlegt, die vorhandenen Mikro-Depots durch Seilbahnen von einem Verteilzentrum zu versorgen.

Abbildung 3-53: Seilbahn für Paketzustellung[525]

Die Idee war, dass die KEP-Dienstleister ihre Sendungen im Verteilzentrum anliefern, dort auf entsprechende Containerboxen verteilt werden, die dann per Seilbahn just in time zu den Stationen Innenstadt, Harpen/ Ruhrpark, Laer/ Mark 51°7, Ruhr-Universität/ Hochschule und Witten (siehe Abbildung 3-54) transportiert werden. Der Transport kann über eigene Transportgondeln erfolgen, die auf 2 Etagen mit bis zu 20 Containerboxen beladen werden könnten, oder über Personenkabinen, die dann aber nur max. 4 Containerboxen und keine Personen aufnehmen könnten.

[524] Vgl. (Sträter, 2019).
[525] (Streude, 2019).

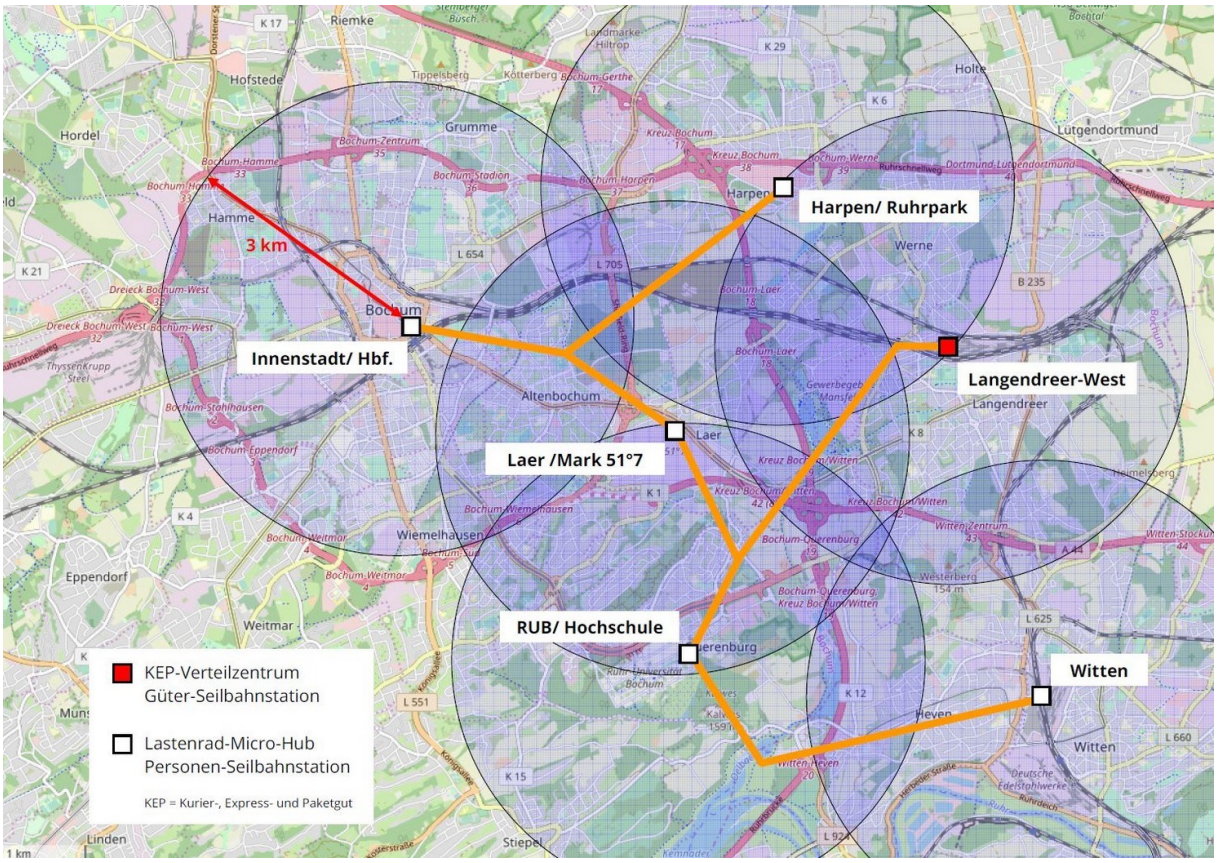


Abbildung 3-54: Mögliche Mikro-Hubs und Verteilgebiete im Bochumer Süd-Osten[526]

Es werden immer wieder Überlegungen angestrengt, Seilbahnen in urbanen Räumen einzusetzen. Häufig scheitert es an der juristischen Rechtsicherheit des Betriebes oder geeigneten Trassen. Einer der wenigen erfolgreichen Güter-Seilbahnen in Europa ist die 450 m lange Autoseilbahn in Bratislava, die vom VW-Werk seit 2003 Autos zur Einfahrstrecke befördert.

Abbildung 3-55: Autoseilbahn Bratislava[527]

526 (Streude, 2019).
527 (FAZ, 2017).

Vorteile	Nachteile
Umweltfreundlich	ggf. Lärm- und Schattenwurfbelastung
Staufrei (nicht an ein vorhandenes Straßen- oder Schienennetz gebunden)	Keine hohe Flexibilität (gebunden ans Seilnetz, Strecke darf nur bedingt Kurven enthalten)
kaum Wartezeiten und hohe Kapazitäten	Wetteranfälligkeit (Gewitter, starker Wind)
relativ schnelle Umsetzung (< 2 Jahre)	In Deutschland bisher keine Genehmigungen für Seilbahnen über bewohntes Gebiet erteilt

Tabelle 3-24: Vor-/ Nachteile Seilbahn

3.3.1.12 Nutzfahrzeuge bis 7,5 t

Die urbane Versorgung wird in der Regel mit Lkws bis 7,5 t zulässigem Gesamtgewicht (zGG) durchgeführt. Diese können grob in folgende Klassen eingeteilt werden:

Kategorie	klein	mittel	groß
Max zGG	Bis 2,8 t	Bis 3,5 t	Bis 7,0 t
Beispiel	VW Transporter	MB Sprinter	Iveco Daily
Zuladung	800 kg	1.300 kg	4.000 kg
Ladevolumen	6 m^3	9 m^3	18 m^3

Tabelle 3-25: Einteilung Lkw-Klassen

Neben dem klassischen Dieselantrieb in den Lkws werden zunehmend alternative Kraftstoffe eingesetzt. Hierzu zählen Biokraftstoffe oder Compressed Natural Gas. Ebenso finden sich immer mehr Nutzfahrzeuge mit elektrischen oder Hybrid-Antrieb.

Der Einsatz emissionsarmer Fahrzeuge (LNG, Wasserstoff, Akku) kann erheblich zur Reduzierung der Luft- und Schadstoffe beitragen. Die Reichweite und Traglast alternativer Antriebskonzepte zu Diesel sind in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Die in der Regel höheren Investitionskosten der Fahrzeuge müssen durch entsprechende Anreize kompensiert werden. Hierzu zählen beispielsweise:

- Erweiterte Zustellzeiten
- Nutzung von Sonderstellflächen
- Einführung von Zero-Emission-Zonen

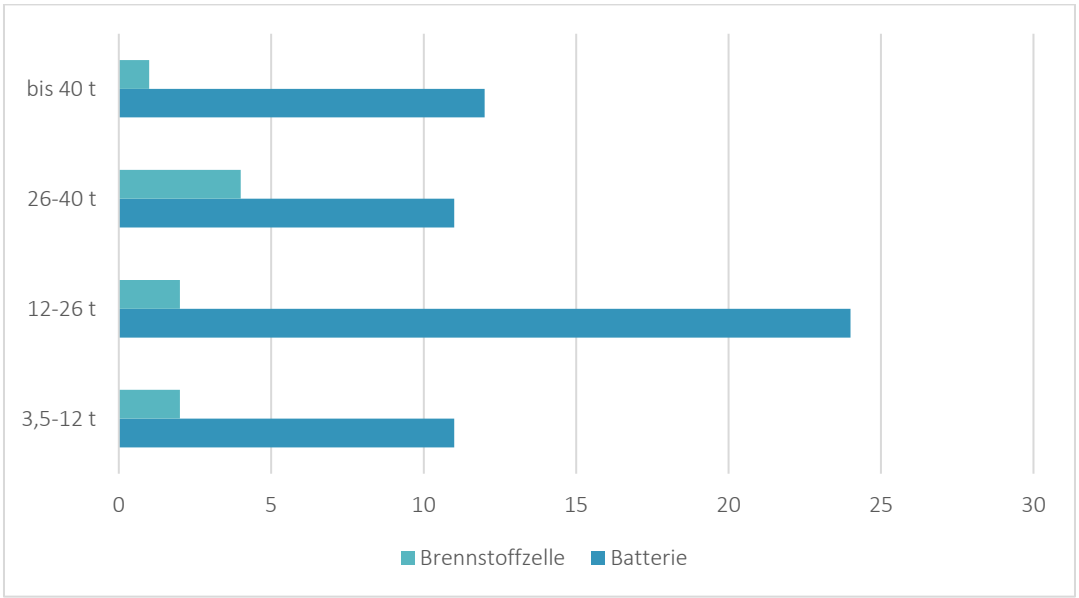


Abbildung 3-56: Anzahl am Markt verfügbarer Elektro-Lkw nach Antriebsart (Quelle: Lkw-Datenbank des ifeu)[528]

[528] https://www.my-e-roads.de/de-DE/export/fahrzeuge.

Bei Fahrzeugen mit Elektroantrieb muss unterschieden werden, ob es batterieelektrische (BEV) betrieben wird oder über einen Energieträger, wie Wasserstoff oder Methanol (FCEV für fuel cell electric vehicel) mit Antriebsenergie versorgt wird.

3.3.1.12.1 Elektrische Nutzfahrzeuge

Kleintransporter					
Marke	StreetScooter	Citroën	Renault	Piaggio	Nissan
Bezeichnung	Work	Berlingo Electric L2	Kangoo Maxi	Porter Electric	e-NV200
Antriebsart	elektrisch	elektrisch	elektrisch	elektrisch	elektrisch
Leistung	30 kW	49 kW	44 kW	10,5 kW	80 kW
Reichweite	80 km	170 km	170 km	110 km	163 km
auf 100 km	Errechnet - 25,5 kWh	17,70 kWh	15,50 kWh	Errechnet - 15,5 kWh	16,50 kWh
Höchstgeschwindigkeit	80 km/h	110 km/h	130 km/h	55 km/h	123 km/h
Kapazität Batterie	20,4 kWh	22,5 kWh	22 kWh	17 kWh	24 kWh
Ladedauer (230 V/AC, 16 A)	7 h	8 h bis 15 h	6 h bis 9 h	8 h	7 h
Schnellladung (400 V AC, 16 bzw. 32 A)	k.A.	Bei 400 V DC/125 A: 0,5 h	k.A.	k.A.	Bei 6,6 kW - 4 h Bei 50 kW (DC) - 0,5 h
Gesamtgewicht	2 130 kg	2 180 kg	2 175 kg	1 800 kg	2 250 kg
Leergewicht	1 420 kg	1 789 kg	1 580 kg	1 330 kg	1 480 kg
Zuladung	650 kg	695 kg	595 kg	470 kg	770 kg
Ladevolumen	4,3 m³	4,1 m³	4,6 m³	3 m³	4,2 m³

Tabelle 3-26: Übersicht elektrischer Kleintransporter mit 3 m³ bis 5 m³ Ladevolumen[529]

Transporter			
Marke	Iveco	German E-Cars	Kreisel
Bezeichnung	Daily Electric 35 S 60 E/V	Plantos (Umbau)	Electric Transporter (Umbau)
Antriebsart	elektrisch	elektrisch	elektrisch
Leistung	60 kW	85 kW	120 kW
Reichweite	84 km; 172 km; 270 km	120 km	300 km
Verbrauch auf 100 km	35 kWh	35,5 kWh	Errechnet - 30 kWh
Höchstgeschwindigkeit	80 km/h	130 km/h	115 km/h
Kapazität Batterie	28,2 kWh pro Modul, max. 3	Errechnet - 42,6 kWh	90 kWh
Ladedauer (230 V/AC, 16 A)	24 h	14 h	Errechnet - 27 h
Schnellladung (400 V AC, 16 bzw. 32 A)	Bei 32 A - 4 h Bei 16 A - 12 h	2,5 h	44 kW - 2 h
Gesamtgewicht	3 500 kg (5 200 kg erhältlich)	3 500 kg (5 000 kg erhältlich)	3 500 kg
Leergewicht	2 389/ 2 635/ 2 881 kg	2 550 kg	k.A.
Zuladung	1 111/ 865/ 619 kg	950 kg	k.A.
Ladevolumen	bis zu 18 m³	Variantenabhängig	bis zu 15,5 m³

Tabelle 3-27: Übersicht elektrischer Transporter mit 12 m³ bis 18 m³ Ladevolumen[530]

Vorteile	Nachteile
Emissionsfrei	Ladezeit
Geräuscharm	Reichweite
Wartungsarm	Preis

Tabelle 3-28: Vor-/ Nachteile Elektro-Lkws

[529] Vgl. (Bogdanski, 2017, S. 39).
[530] Vgl. (Bogdanski, 2017, S. 40).

Abbildung 3-57: StreetScooter[531]

Abbildung 3-58: Daily Elektric[532]

3.3.1.12.2 Gasbetriebe Nutzfahrzeuge

	Kleintransporter		
Marke	Volkswagen	Opel	Fiat
Bezeichnung	Caddy Maxi	Combo L1H1	Dobló Cargo
Antriebsart	CNG Erdgas	CNG Erdgas	CNG Erdgas
Leistung	81 kW	88 kW	88 kW
Reichweite Erdgas	Errechnet - 860 km	330 km	Errechnet - 450 km
Reichweite Benzin	k.a.	300 km	Errechnet - 300 km
Verbrauch auf 100 km Erdgas	4,3 kg/100 km	4,9 kg/100 km	4,9 kg/100 km
Höchstgeschwindigkeit	174 km/h	172 km/h	172 km/h
Füllmenge Erdgastank	37 kg	16,2 kg	22,1 kg
Füllmenge Benzintank	13 l	22 l	22 l
Schadstoffklasse	Euro6	Euro6	Euro6
CO_2-Emissionen Erdgasbetrieb	116 g/km	134 g/km	134 g/km
Gesamtgewicht	2 345 kg	2 430 kg	2 443 kg
Leergewicht	1 660 kg	1 450 kg	1 463 kg
Zuladung	685 kg	980 kg	980 kg
Ladevolumen	4,2 m³	3,4 m³	4,2 m³

Tabelle 3-29: Übersicht CNG Transporter mit 3 m³ bis 5 m³ Ladevolumen[533]

[531] (Ecomento, 2020).
[532] (Iveco Magirus AG, 2012).
[533] Vgl. (Bogdanski, 2017, S. 53).

Transporter			
Marke	Fiat	Iveco	Mercedes Benz
Bezeichnung	Ducato 140 Natural Power Bivalent	Daily 35 C 14 NV	Sprinter 316 NGT
Antriebsart	CNG Erdgas	CNG Erdgas	CNG Erdgas
Leistung	100 kW	100 kW	115 kW
Reichweite Erdgas	400 km	450 km	475 km
Reichweite Benzin	100 km	100 km	k. A.
Verbrauch auf 100 km Erdgas	8,8 kg/ 100 km	Errechnet: 9,87 kg/ 100 km	8,2 kWh
Höchstgeschwindigkeit	159 km/h	145 km/h	159 km/h
Füllmenge Erdgastank	37 kg	22,3-44,4 kg	31-39 kg
Füllmenge Benzintank	15 l bivalent	14 l	15 l monovalent
Schadstoffklasse	Euro6	Euro6	Euro6
CO_2-Emissionen Erdgasbetrieb	234 g/km	240 g/km	226 g/km
Gesamtgewicht	3.500 kg (4.005 kg erhältlich)	3.500 kg (7.200 kg erhältlich)	3.500 kg (7.000 kg erhältlich)
Leergewicht	Ab 2.590 kg	2.567-2 926 kg	Ca. 2.200 kg
Zuladung	Ab 910 kg	575-933 kg	Variantenabhängig
Ladevolumen	Bis zu 17 m³	Bis zu 19,6 m³	Bis zu 14 m³

Tabelle 3-30: Übersicht gasbetriebener Transporter mit 12-20 m³ Ladevolumen[534]

Vorteile	Nachteile
Günstige Tankkosten	Gastankstellennetz in Deutschland
	Mischbetrieb mit Benzin zur besseren Verbrennung nötig

Tabelle 3-31: Vor-/ Nachteile gasbetriebener Nutzfahrzeuge

3.3.1.13 Nutzfahrzeuge über 7,5 t

Lkw-Typ	Abmessung (Länge x Breite x Höhe)	Europaletten-Stellplätze	Industriepaletten-Stellplätze	Nutzlast
Motorwagen 7,5 t	6,00 x 2,45 x 2,40 m	15	12	2,8 t
Motorwagen 9 t	7,20 x 2,45 x 2,40 m	17	14	3,5 t
Motorwagen 12 t	7,20 x 2,45 x 2,70 m	17	14	6,0 t
Anhänger für 12 t	6,00 x 2,45 x 2,40 m	15	12	7,0 t
Motorwagen 18 t	7,20 x 2,45 x 2,50 m	17	14	10,0 t
Anhänger für 18 t	8,10 x 2,45 x 2,50 m	20	16	13,5 t
Motorwagen 26 t	7,30 x 2,45 x 2,40 m	18	14	12,0 t
Wechselbrückenzug 40 t	2 x (7,30 x 2,45 x 2,40 m)	36	28	24,0 t
Sattelzug 40 t	13,6 x 2,45 x 2,70 m	34	26	25,0 t

Tabelle 3-32: Übersicht Lkw-Typen mit Palettenstellplätzen[535]

Fahrzeuge über 7,5 t zGG benötigen einen speziellen Führerschein (früher Klasse 2, aktuell C/CE) und sind vorwiegend im gewerblichen Umfeld im Einsatz. Ein 18-Tonner darf etwa 10 t Ladung transportieren. Für 26-Tonner ist in der Regel eine Nutzlast von rund 12 t erlaubt. Die maximale

[534] Vgl. (Bogdanski, 2017, S. 54).
[535] Vgl. (Transpack-Krumbach, 2023).

Zuladung bei einem 40-Tonner liegt bei ungefähr 25 t.[536]Neben dem zulässigen Gesamtgewicht und der Nutzlast sind in der Praxis oft die Anzahl der möglichen zu transportierenden Paletten wichtig. Die Tabelle 3-32 gibt dazu eine Orientierung: Lkws über 7,5 t zGG gibt es vereinzelt auch mit Elektro- oder Gasantrieb. Die Elektroantriebe sind nach heutigem Stand der Technik aufgrund der geringeren Reichweiten (ca. 200 bis 300 km) eher im Kurz- und Mittelstrecken-Einsatz zu sehen. Zudem sind diese durch die hohe Grundinvestition gegenüber den Diesel-Lkws noch nicht wirtschaftlich. Allerdings ist derzeit die Entwicklung zu verzeichnen, dass alle wichtigen Hersteller einen Elektro-Lkw vorzeigen können.[537]

Vorteile	Nachteile
Emissionslos	Höhere Investitionen
Geräuscharm	Ladezeiten
Wartungsarm	Geringere Reichweiten
	Modellauswahl

Tabelle 3-33: Vor-/ Nachteile Elektro-Lkw

Bei der LNG-Technik gibt es vielversprechende Ansätze auch für Reichweiten von bis zu 1.000 km. Zurzeit stehen einem geringeren CO_2-Ausstoß von 20 % und der Mautbefreiung noch die bis zu 35 % höheren Investitionskosten gegenüber einem vergleichbaren Diesel-Model gegenüber.[538]

Vorteile	Nachteile
Emissionen 20 % geringer gegenüber Diesel	Höhere Investitionen
	Je nach Konzept mehrere Tanks (Gas, Diesel, AdBlue) notwendig
	Zurzeit höhere Kraftstoffkosten als beim Diesel

Tabelle 3-34: Vor-/ Nachteil LNG-Lkw

3.3.1.14 Sonderfahrzeuge

Wenn besondere Anforderungen an Fahrzeug oder Anhänger gestellt werden, kommen Sonderfahrzeuge zum Einsatz. Auf den Bau oder auf Umrüstungen dieser Fahrzeuge haben sich zahlreiche Firmen spezialisiert. In der Getränkelogistik oder bei Catering-Unternehmen besteht oft der Wunsch einer ebenerdigen Be- und Entladung. Hierzu muss der Laderaum auf Straßenniveau absenkbar sein. Ein Beispiel zeigt die Fa. Heimann aus Nottuln für einen absenkbaren Hubwagen.

Abbildung 3-59: Absenkbarer Laderaum[539]

[536] Vgl. (Bussgeld-info, 2023).
[537] Vgl. (Butter, 2020).
[538] Vgl. (Volvo Trucks, 2019).
[539] (Heimann Fahrzeugbau GmbH & Co. KG, 2023a).

Vorteile	Nachteile
Individuelle Lösung	Entwicklungskosten
Schnellere Be- und Entladung möglich[540]	Sonderzulassung

Tabelle 3-35: Vor-/ Nachteile Sonderfahrzeuge

3.3.1.15 Güterzüge/ Güterbahn

Güterzüge werden aus besonders auf ihren Verwendungszweck ausgerichteten Güterwagen und (meistens) Lokomotiven gebildet. So gibt es neben den möglichst universellen Güterwagen spezielle Wagen für Container, Autotransport, gekühlte Waren und Massengut wie Holz, Kohle, Erze und Flüssigkeiten wie Öl und viele mehr. Güterzüge, die aus nur einer Wagenart bestehen, werden Ganzzüge genannt.

Güterbahnen sind im Vergleich zu den anderen Verkehrsträgern, wie Flugzeug, Lkw oder Binnenschifffahrt wesentlich klimafreundlichere Verkehrsmittel.[541]

Für den Einsatz von Güterbahnen sprechen nach obiger Quelle:

- Höhere Energieeffizienz aufgrund des geringeren Rollwiderstandes
- eine Güterbahn ersetzt 52 Lkws
- 80 % weniger CO_2/tkm als ein Lkw
- 92 % der Verkehrsleistung werden elektrisch erbracht, mit Steigerungsraten und verbesserten Strommix in den nächsten Jahren
- Sicherer und unfallarmer Betrieb mit einer bis zu 40-fachen Risikoreduktion gegenüber dem Lkw

Für die weitere Zukunftsfähigkeit der Bahn sind jedoch weitere flankierende Maßnahmen notwendig:

- Auflösen der Konkurrenz-Situation von Personen- und Güterverkehr durch parallele Gleise
- Schaffung der Voraussetzung von 740 m-Zügen bis 2030
- Die Elektrifizierung der Strecken von derzeit 61 % des Bundesschienennetzes auf 70 % zum Jahr 2025 zu erhöhen und bis 2030 auf 75 %
- Die Cargo-Bahn fährt nach eigenen Angaben schon heute zu 95 % elektrisch, davon 60 % aus erneuerbaren Quellen, mit dem Ziel dies 2030 auf 80 %, und 2040 auf 100 % zu erhöhen.[542]
- Die Einführung der Digitalen Automatischen Kupplung (DAK) aktiv fördern
- Die Ausrüstung von Lokomotiven mit On-Board Units für das europäische Zugsicherungssystem ETCS (European Train Control System)
- Für neue, aufkommensstarke Industrie- und Logistikstandorte sollte ein Gleisanschluss vorgegeben werden.

Seit 2010 beträgt die Regelzuglänge 740 m mit 252 Achsen und ca. 35 Waggons.[543]Im Container-Transport bedeutet das: Ein 740-Meter-Güterzug ersetzt bis zu 52 Lkw (40-Tonner)[544], was wiederum bedeutet, dass auf einen Zug ca. 52 40-Fuß-Container bzw. 105 20-Fuß-Container (TEU) passen.[545] Auf ausgewählten Strecken können auch Züge mit 835 m Länge (zwischen dem dänischen Padborg, dem

[540] Vgl. (Heimann Fahrzeugbau GmbH & Co. KG, 2023b).
[541] Vgl. (Allianz pro Schiene e.V., 2023).
[542] Vortrag Frau Dr. Niemann 18.11.2021.
[543] Vgl. (DB Netz AG, 2023a).
[544] Vgl. (Allianz pro Schiene e.V., 2016).
[545] Eigene Berechnung.

niedersächsischen Maschen und dem Hamburger Hafen (Hohe Schaar)) mit dann 40 Waggons eingesetzt werden.[546]

Vorteile	Nachteile
Hohe Kapazität (bis zu 2.000 t pro Zug)	Eigene Infrastruktur (Schienen)
Hohe Elektrifizierungsrate	Streckengebunden

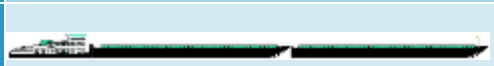
Tabelle 3-36: Vor-/ Nachteile Güterbahn

3.3.1.16 Binnenschiffe

Ein Binnenschiff wird auf Binnengewässern und Binnenwasserstraßen eingesetzt und hat im Unterschied zu einem Seeschiff bei der Konstruktion weniger hohe Anforderungen an Stabilität im Seegang, an Navigationsinstrumente und Rettungsgeräte zu erfüllen.

Die Binnenschifffahrt stellt eine Alternative zur Versorgung von Urbanisationen mit Gütern dar. Voraussetzung ist eine räumliche Nähe zur Stadt bzw. Zentrum und eine Wasserstands-unabhängige Schiffbarkeit. Im Idealfall sind die Städte direkt am Fluss bzw. Kanal angebunden, wie es am Rhein und an der Ruhr in NRW häufig der Fall ist.

Binnenschiffe sind in unterschiedliche Klassen eingeteilt. Diese „Klassifikationen“ geben Auskunft über die Tragfähigkeit des Binnenschiffes, die Schiffsabmessungen (Länge, Breite, Brückendurchfahrtshöhe und Tiefgang) sowie über die Wasserstraßen, welche mit dem Binnenschiff befahren werden können.[547]

Klasse	Bezeichnung	Länge [m]	Breite [m]	Tiefgang [m]	Lade-vermögen [to]	Lkw-Äquiva-lent
I	Spits	38,5	5,05	2,2	350	x 14
II	Kempenaar	55	6,6	2,59	655	x 22
III	Dortmunder-Ems-Kanalschiff	67	8,2	2,5	1.000	x 40
IV	Rhein-Herne-Kanalschiff	85	9,5	2,5	1.350	x 54
Va	Großes Rheinschiff	110	11,4	3,0	2.750	x 120
Vb	Großes Rheinschiff	135	11,4	3,5	4.000	x 160
Vla	Schubverband mit 2 Leichtern	172	11,4	4,0	5.500	x 220
Vlb Vlc	 Schubverband mit 4 bzw.6 Leichtern	193	22,8-34,2	4,0	11.000-16.500	x 440-660

[546] Vgl. (DB Netz AG, 2023b).
[547] Vgl. (Lahmann, 2023).

Klasse	Bezeichnung	Länge [m]	Breite [m]	Tiefgang [m]	Lade-vermögen [to]	Lkw-Äquiva-lent
III	Container Kempenaar-Klasse	63	7,0	2,5	32 TEU	x 16
VA	Standard Binnencontainerschiff	110	11,4	3,0	200 TEU	x 100
VB	Großes Binnencontainerschiff	135	17,0	3,5	500 TEU	x 250
VA	Ro-Ro-Binnenschiff	110	11,4	2,5		x 72
VI B	Koppelverband Schiff-Leichter	185	11,4	3,5	6.000	x 240
VI B	Koppelverband Schiff-Schiff	185	11,4	3,5	6.000	x 240

Tabelle 3-37: Ausgewählte Schiffstypen ohne Tankschiffe und Autotransporter[548]

In der Realität weisen die Binnenschiffsflotten jedoch eine zunehmende Überalterung auf. Bei den Gütermotorschiffen liegt das Durchschnittsalter bei 64,3 Jahren, gefolgt von Schuten (58,7 Jahren) und Schubleitern (37,9 Jahren) vor den Tankmotorschiffen mit 25,3 Jahren.[549]

Ein Beispiel für eine Stadtversorgung per Binnenschiff findet sich in Paris/ Frankreich mit dem Unternehmen „Vert chez vous“. Dieses nimmt mit seinem Gütermotorschiff „Vocoli“ am Hafen Tolbiac am östlichen Stadtrand von Paris Sendungen auf ordnet diese auf Lastenfahrräder entsprechend den Liefertouren zu. An jedem der fünf Stopps auf der Schiffstour werden die Räder mittels bordeigenen Krans am Ufer abgesetzt. Nach der Auslieferung der in Regel maximal 30 kg schweren Pakete kehren die leeren Räder zu einem der Stopp-Stellen zurück und können wieder an Bord geholt werden.

Abbildung 3-60: Lastenrad des Unternehmens Vert chez vous[550]

548 Vgl. (Lahmann, 2023).
549 Vgl. (FIS, 2021).
550 (Labatut Group, 2023).

Ebenfalls in Paris setzt die Ladenkette Franprix der Handelsgruppe Casion mit ihrem Logistikdienstleister auf die Versorgung der Hauptstadt über den Wasserweg. Dazu werden bis zu 48 Container täglich für die Filialen zum Hafen Bonneuil-sur-Marne gebracht und von dort aus mit dem Schiff zum Seinekai Bourdonnais gebracht. Hier nehmen die vorwiegend abgasarmen und lärmreduzierte Lkws die Container auf und verteilen sie an die ca. 80 Pariser Franprix-Filialen.

Abbildung 3-61: Umschlag Franprix[551]

Ein weiteres Beispiel ist das „Beer boat“ in Utrecht/ Niederlande, welches 1996 eingeführt wurde, um auf der letzten Meile Bier an Gaststätten und Trinkhallen im historischen Stadtkern zu liefern. Es wurde 2010 durch ein elektrisches Schiff ergänzt, um weitere Produkte und Abfälle zu transportieren.

Abbildung 3-62: Belieferung mit Null-Emissions-Boot in Utrecht/ Niederlande[552]

Für den Betrieb von schiffsgestützten Stadtversorgungen sind einige Voraussetzungen notwendig. Dazu gehören:

- Geringer Höhenunterschied zwischen Kai und Wasserspiegel
- Ausreichende Platzverhältnisse am Umschlagspunkt (zumindest befestigte Fahrflächen)
- Einsatz emissionsarmer Schiffsantriebe
- Aufrüsten und Einsatz von Schiffen mit bordeigener Be- und Ladetechnik

[551] (DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung, 2022).
[552] (Rüsch, Martin et al, 2015).

Vorteile	Nachteile
Hohe Kapazität (> 4.000 t bzw. 500 TEU)	Hohes Alter der Gütermotorschiffe (> 60 Jahre)[553]
Geringerer Ausstoß CO_2/tkm als Zug oder Lkw[554]	In der Regel Dieselantrieb
Transport besonders schwere oder sperriger Ladung	

Tabelle 3-38: Vor-/ Nachteile Güterschiffe

Abbildung 3-63: Binnenschiff mit Handlingssystem zur Be- und Entladung ohne Hafeninfrastruktur[555]

Zwei Forschungsprojekte versuchten die Flexibilität des Lkw auf das Binnenschiff zu übertragen. Bei dem deutschen „Watertruck"-Projekt[556], wie in Abbildung 3-63 ersichtlich, wurde ein teleskopierbarer Portalkran konzipiert, welcher praktisch an jedem Kai Container aufnehmen oder absetzen kann, wobei dynamische Ballastwassertanks für die nötige Stabilität sorgen. Das niederländisch-belgische „Watertruck+"-Projekt[557]verfolgt eine andere Idee: Kleine Lastbarken in Modulbauweise, mit oder ohne eigenen Antrieb werden je nach Bedarf gekoppelt oder wieder – etwa zum Be- oder Entladen – getrennt.

Ein anderer Ansatz wird mit der „Port Feeder Barge" verfolgt.

Abbildung 3-64: Modell der Port Feeder Barge[558]

[553] Vgl. (WSV, 2020).
[554] Vgl. (Schmied & Knörr, 2012).
[555] (Blumenthal, 2022).
[556] Vgl. (ISE, 2018).
[557] Vgl. (Geerts, 2023).
[558] (Port Feeder Barge Concept UG, 2023).

Das Konzept wurde ursprünglich entwickelt, um die Containerumfuhren im Hafen Hamburg zu entlasten. Dort werden ca. 2 Mio. TEU pro Jahr zu 95 % per Lkw hafenintern bewegt. Die Hälfte dieser „Umfuhren“ nutzen die Köhlerbrandbrücke aus den 70er Jahren, die wegen der hohen Belastung zunehmend an ihre Grenzen stößt. Der geringe Anteil, der über das Wasser „umfahren“ wird, erfolgt mit antriebslosen Schuten, die aber über die Containerbrücken be- und entladen werden müssen. Ein einzelner Lade- oder Löschvorgang verursacht bereits Kosten in der Höhe der gesamten Lkw-Umfuhr. Um auf die teure Umschlagetechnik zu verzichten, wurde das „Port Feeder Barge-Konzept“ entwickelt, welches ein Binnen-Container-Schiff mit eigenen Containerkran darstellt. Die Kapazität wird mit 168 TEU angegeben; als Antriebe stehen LNG oder Wasserstoff über Brennstoffzellen zur Disposition.

Aufgrund der Insolvenz zweier Werften (2003 und 2006) ruht das Projekt.[559]

Ein ähnliches Konzept mit einer Kapazität von 144 TEU bzw. 165 TEU ist im Seehafen Amsterdam seit 2005 bzw. 2009 umgesetzt worden.

Abbildung 3-65: Mercurius Amsterdam und Transferium[560]

3.3.1.17 Tunnelsysteme

Unterirdische Transporte gelten auch heute noch als innovative Möglichkeit zur Lösung von Verkehrsproblemen in Agglomerationsräumen. 2011 wurde in Hamburg ein Projekt für ein 75 Kilometer langes Tunnelsystem für Container aus dem Hamburger Hafen diskutiert. Ausgehend von einem Ringsystem im Hafen sollte der Y-förmige Tunnel zum Rangierbahnhof Maschen und einem Logistikzentrum in Rade führen. Das 1,7 Mrd. Euro teure Projekt ist heute weitgehend aus der öffentlichen Diskussion verschwunden.[561]

[559] Vgl. (Wikipedia, 2019).
[560] (Mercurius Shipping Group, 2023).
[561] Vgl. (DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung, 2017).

3.3.1.17.1 Smart City Loop

Abbildung 3-66: System vom Kölner Unternehmen Smart City Loop[562]

Die Stadt Hamburg plant jedoch weiterhin den Güterverkehr vermehrt unterirdisch abzuwickeln. Unter der Elbe hindurch soll ein automatisches Röhrensystem gebaut werden, über das Waren vom Stadtrand ins Zentrum transportiert werden können. 2022 wurde dazu ein Letter of Intent zwischen der DB-Cargo und der Smart City Loop GmbH unterzeichnet.[563] Eine Realisierung ist für 2026 vorgesehen.

[562] (Lau, 2020).
[563] Vgl. (DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung, 2022).

3.3.1.17.2 Cargo sous terrain (CST)

Abbildung 3-67: Cargo sous terrain (CST)[564]

Cargo sous terrain ist ein Gesamtlogistiksystem für den flexiblen Transport kleinteiliger Güter. Tunnel verbinden Produktions- und Logistikstandorte mit städtischen Zentren. Oberirdisch verteilt CST die transportierten Güter in umweltschonenden Fahrzeugen und leistet damit einen Beitrag zur Reduktion des Verkehrs und der Lärmemissionen.

Die erste Teilstrecke verbindet ab 2031 den Raum Härkingen-Niederbipp mit Zürich. Bis 2045 erfolgt der Bau der restlichen Abschnitte. CST eignet sich sowohl für die Versorgung wie auch für die Entsorgung (Abfall, Recycling). Der Strom für den Betrieb des Systems stammt zu 100 % aus erneuerbaren Energien.[565]

Die erste Teilstrecke des Netzwerkes Cargo sous terrain führt von Härkingen-Niederbipp nach Zürich und ist rund 70 Kilometer lang. Auf dieser Teilstrecke gibt es 10 Anschlussstellen (Hubs). Der Ausbau in Richtung weiterer wichtiger Logistik- und Verteilzentren der Schweiz erfolgt sukzessive. Bis 2045 entsteht ein 500 Kilometer langes Gesamtnetz zwischen Boden- und Genfersee mit Ablegern nach Basel, Luzern und Thun. Die Gesamtkosten für den Bau der ersten Teilstrecke von Härkingen-Niederbipp nach

[564] (Cargos sous terrain AG, 2020).
[565] Vgl. (Cargos sous terrain AG, 2023).

Zürich, inklusive Software, Hubs sowie unter- und oberirdische Fahrzeuge (für die Citylogistik) sind auf CHF 3 Milliarden veranschlagt.

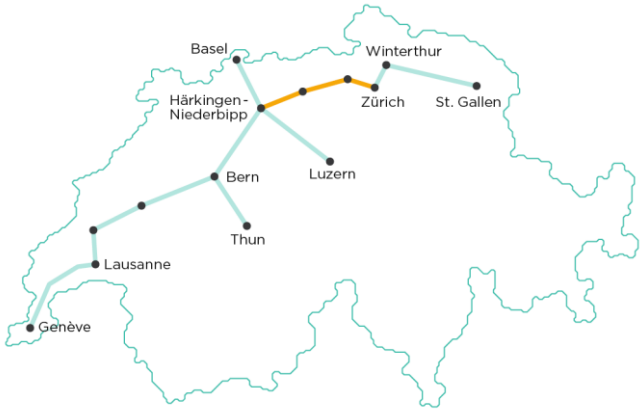


Abbildung 3-68: Verlauf Cargo Sous Terrain[566]

3.3.1.17.3 CargoCap

Abbildung 3-69: CargoCap[567]

[566] (Cargos sous terrain AG, 2023).
[567] (CargoCap GmbH, 2023a).

CargoCap ist als eigenständiges, leistungsfähiges und problemlos erweiterbares System konzipiert, das betriebliche Rentabilitätsanforderungen erfüllt, sich einfach in traditionelle Verkehrssysteme und Logistikkonzepte implementieren und sich schnell technisch und rechtlich ohne Verletzung von Bürgerinteressen realisieren lässt.

Die Transporte werden durch autonome, elektrisch und vollautomatisch fahrende Transportfahrzeuge (Caps genannt) unabhängig von oberirdischen Verkehrsstaus und Witterungsverhältnissen durchgeführt.[568]

Vorteile	Nachteile
Von der Straßeninfrastruktur losgelöste autonome Systeme	Hohe Kosten zum Bau der Infrastruktur
Hohes Automatisierungspotenzial	Frage nach dem Betreiber
Unabhängigkeit von Umwelteinflüssen (Wetter)	Kein Transport direkt zum Kunden
Höhere Transportgeschwindigkeiten und Zuverlässigkeit	Hin- und Rückführungs-Tunnel nötig

Tabelle 3-39: Vor-/ Nachteile Tunnelsysteme

3.3.2 Umschlagstechnik

Der Umschlag von Ladeeinheiten findet in Terminals statt und ist zentraler Bestandteil innerhalb kombinierter Transportketten. Umschlagssysteme dienen dem Wechsel der Sendungen von einem auf einen anderen Verkehrsträger (Straße, Schiene, Wasserstraße). Somit bündeln und verteilen sie die Ladeeinheiten für den weiteren Transportweg im KV. Die wichtigsten Umschlagssysteme werden nach horizontaler und vertikaler Funktionsweise (Bewegungs- bzw. Umschlagsart) unterschieden. Sie bestimmen auf welche Art und Weise der Umschlag der unterschiedlichen Ladeeinheiten vorgenommen wird.

Welches Umschlagssystem zum Einsatz kommt, richtet sich nach der infrastrukturellen Ausstattung der Terminals[569]:

- Lage (regionale Charakteristika)
- Bedientes Marktsegment (Seehafen-Hinterlandverkehr oder Kontinentaler Verkehr)
- Eigenschaften der Ladeeinheiten (Container, Wechselbrücke, kranbare oder nicht kranbare Sattelauflieger etc.)

3.3.2.1 Vertikaler Umschlag

Beim vertikalen Umschlag werden Ladeeinheiten des Kombinierten Verkehrs (KV) von bzw. auf verschiedene Verkehrsträger mittels einer Hubanalage angehoben und umgeladen sowie zur Zwischenabstellung gestapelt.

Klassische vertikale Umschlagsysteme sind Kräne, Stapler und Portalhubwagen. Bedingt durch Größe und Durchsatz der Terminals werden unterschiedliche Gerätetypen eingesetzt. Häufig wird der Vertikalumschlag aufgrund der hohen Effizienz auch als Voraussetzung für den KV angesehen. Diese Art des Umschlages gehört in vielen Terminals zum gängigen Equipment und hat sich bewährt. Nahezu alle LE des KV können vertikal umgeschlagen werden.

3.3.2.1.1 Kräne

Krananlagen sind gängige vertikale Umschlaggeräte in Terminals des Kombinierten Verkehr. Sie werden sowohl im Kontinentalen Verkehr als auch im Seehafen-Hinterlandverkehr eingesetzt. Kräne arbeiten platzoptimiert, da sowohl lange Fahrwege als auch Wende-/ Rangiermöglichkeiten wegfallen. Die

[568] Vgl. (CargoCap GmbH, 2023b).
[569] Vgl. (SGKV e.V., 2023a).

Ladeeinheiten können durch die Kranbewegung vollständig gewendet werden. Anhand technischer Eigenschaften lassen sich zwei klassische Krananlagentypen für den Einsatz im KV unterscheiden:[570]

Auslegerkran	Portalkran
Auslegerkran (Ship-to-Shore Cranes – STS): Konventioneller Hebekran, der die Last mit Hilfe eines Seils über einen Schwenkarm hochhebt. Der Umschlag von intermodalen Transport-Einheiten (ITE) erfordert, dass das Seil mit den Eckbeschlägen der ITE verbunden wird. Auslegerkräne bilden die direkte Schaltstelle zwischen Schiff und Kai-Kante.	Portalkran (Gantry Crane): „Hebegerät für den Vertikalumschlag, bei dem Ladespuren durch ein, auf seitlichen Stützen montiertes, Portal überbrückt. Diese Stützfüße können auf Schienen oder mittels Reifen üblicherweise auf einem begrenzten Raum bewegt werden. Die Ladung kann in den drei Dimensionen der Höhe, Breite und Länge bewegt werden. Solche Kräne werden normalerweise für den Umschlag Straße-Schiene und/ oder [Binnen-]Schiff-Hafen verwendet. Unterschieden wird zwischen schienengeführten Portalkränen (Rail Mounted Gantry = RMGs) und Portalkränen mit Gummibereifung (Rubber Tyred Gantry = RTGs).

Tabelle 3-40: Gegenüberstellung Auslegerkran vs Portalkran

Abbildung 3-70: Kräne[571]

Vorteile	Nachteile
Hohes Automatisierungspotenzial	Hohe Investitionskosten
Große Reichweite über mehrere Gleise/ Verladespuren hinweg	Schienengebunden (RMG)
Hohe Tragfähigkeit	

Tabelle 3-41: Vor- / Nachteile Kräne

3.3.2.1.2 Container-Stapler

Stapler zählen zu den Flurförderfahrzeugen und arbeiten ebenfalls mit einer vertikalen Technik. Mit frei beweglichen Rädern können sie höhere Geschwindigkeiten erreichen und somit Wartezeiten am Terminal verhindern. Dabei sind sie sowohl für den Umschlag als auch für den Transport auf dem Terminalareal geeignet. Die technische Ausstattung eines Staplers umfasst Top- bzw. Seiten-Spreader sowie Greifzangen bzw. Gabeln. Angetrieben werden die Fahrzeuge durch Diesel (Außenbereich), Gas (Innen- und Außenbereich) oder mit Strom und Benzin (kaum mehr vorhanden). Stapler werden in Voll- und Leercontainer-Stapler unterschieden, welche in verschiedenen Ausführungen angeboten werden.

[570] (Intermodal-info.com, o.J.).
[571] (Konecranes, 2023).

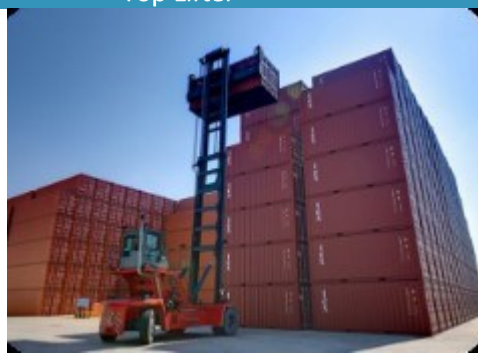
Reach Stacker (Greifstapler)	Top Lifter
	

Abbildung 3-71: Stapler

Vorteile	Nachteile
Flexibler Einsatz auf der Fläche	Hohe Investitionskosten
Erprobte und bewährte Technik	Fahrzeugsonderbau
	Arbeiten nur im Sichtbereich des Fahrers möglich

Tabelle 3-42: Vor-/ Nachteile Container-Stapler

Für nicht-kranbare Sattelauflieger und nicht ISO-genormte LE wurden spezifische vertikale Umschlagetechnologien, wie das ISU-System[572], NiKRASA[573] oder R2L[574] entwickelt.

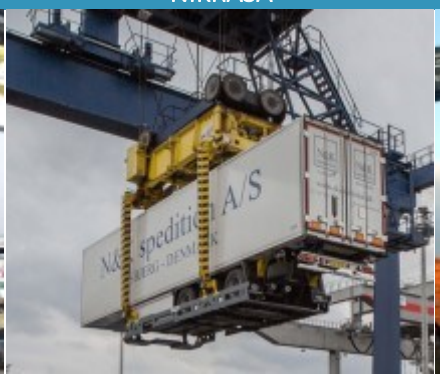
ISU-System	NIKRASA	R2L
		

Abbildung 3-72: Sonderverladesysteme[575]

Vorteile	Nachteile
Umsetzen von sonst nicht kranbaren Transportsystemen	Kein Parallelumschlag
	Keine Vollautomatisierung
	Je nach System zusätzlicher Transportkorb notwendig

Tabelle 3-43: Vor-/ Nachteile vertikaler Umschlagstechnik

3.3.2.2 Horizontaler Umschlag

Horizontaler Umschlag wird vorwiegend bei nicht kranbaren Ladeeinheiten angewendet. Insbesondere für Sattelauflieger wurden technologische Systeme entwickelt, die den Umschlag erleichtern und effizienter gestalten. Horizontale Umschlagsysteme haben die Eigenschaft, dass die LE beim Umschlagsprozess gar nicht bzw. nur leicht erhöht werden, um aus der Befestigung des Transportträgers herausgenommen zu werden. Horizontal bedeutet hier, dass die LE quer bzw. längs oder diagonal zum Transportträger umgeschlagen wird. Dieses System ist besonders für den Umschlag zwischen Lkw und Eisenbahn geeignet.

[572] Verladesystem des Herstellers Rail Cargo Austria AG (RCA), Österreich.
[573] Verladesystem der Projektgruppe bayernhafen Gruppe, TX Logistik AG und LKZ Prien GmbH, Deutschland.
[574] Verladesystem der Hersteller Vegatrans / Kässbohrer / VTG.
[575] (SGKV e.V., 2023b).

Ein Beispiel für den automatischen Umschlag zwischen Bahn und Lkw ist das weltweit einzigartige Konzept des Unternehmen CargoBeamer. Bis zu 36 Sattelauflieger können innerhalb von 20 Minuten parallel ab- und die gleiche Anzahl wieder aufgeladen werden. CargoBeamer verfügt über ein Routen- und Terminalnetzwerk mit zurzeit sieben Standorten in Domodossola (Italien), Perpignan (Frankreich), Calails (Frankreich), Kaldenkirchen (Deutschland), Poznan (Polen) und Ashford (England) zwischen denen ein Regel-Fahrplan existiert. Mittelfristig ist ein Ausbau für ganz Europa geplant.

Abbildung 3-73: Horizontale Umschlag mit CargoBeamer[576]

Vorteile	Nachteile
Paralleler Umschlag	Spezielle Infrastruktur notwendig
Schneller Umschlag von ca. 20 Minuten	Spezielle Waggons und Wannen notwendig
Einsparung von Energie und CO_2 gegenüber dem reinen Straßentransport	Hoher Flächenbedarf
Hervorragendes Nutzen-Kosten-Verhältnis von 7:1 (Aussage Betreiber CargoBeamer)	

Tabelle 3-44: Vor-/ Nachteile horizontaler Umschlagstechnik

Ein alternatives horizontales Umschlagsystem wird von der Lohr Railway System der elsässischen Lohr-Gruppe angeboten, die neben dem Auflieger auch einen kompletten Lkw mit Zugmaschine aufnehmen können.

Abbildung 3-74: Lohr Railway System[577]

[576] (CargoBeamer AG, 2023).
[577] (Lohr Group, 2023).

Vorteile	Nachteile
Paralleler Umschlag	Spezielle Infrastruktur notwendig
Schneller Umschlag von ca. 20 Minuten	Spezielle Waggons und Wannen notwendig
Einsparung von Energie und CO_2 gegenüber dem reinen Straßentransport	Hoher Flächenbedarf
Waggon-Technik weniger komplex als bei CargoBeamer	

Tabelle 3-45:Vor-/ Nachteile Lohr Railway System

Ein weiteres System ist das von „Flexiwaggon“[578] eines schwedischen Anbieters, welches bei der Verladung keine weitere Infrastruktur benötigt, in der Praxis jedoch noch nicht erprobt ist.

Abbildung 3-75: Konzept Flexiwaggon[579]

Vorteile	Nachteile
Für Lkw und Auflieger	Spezielle Waggons notwendig
Keine spezielle Infrastruktur notwendig	Wartungsintensiv wegen der hydraulischen und elektrischen Komponenten im Waggon
Wenig Flächenbedarf notwendig (nur Fahrspur parallel zum Gleis	Bisher keine Praxiserfahrungen

Tabelle 3-46: Vor-/ Nachteil Flexiwaggon

3.3.3 Transporthilfsmittel

In der Logistik haben sich standardisierte Behältersystem, wie Überseecontainer (ISO 20, 40, 45 Fuß) und Normpaletten (EURO-Palette, Industrie-Palette) durchgesetzt. Für die Stadtlogistik werden jedoch zusätzliche Anforderungen gestellt:

- Die Behälter/ Transporthilfsmittel müssen unabhängig vom Transportmittel einsetzbar sein.
- Behälter/ Transporthilfsmittel für Lastenfahrräder und ähnliche Fahrzeuge müssen untereinander kompatibel sein.
- Die Behälter müssen unabhängig sein von der Verwendung.
- Die Behälter müssen nachhaltig sein.
- Die Behälter müssen bündelungsfähig sein (gleiche Abmessungen unabhängig vom Verwendungszweck).
- Die Behälter müssen identifizierbar und nachverfolgbar sein.

In der Logistik wird eine Vielzahl von unterschiedlichen Transporthilfsmitteln eingesetzt. Der Aufgabenstellung des Forschungsvorhabens entsprechend, wird auf eine vollständige Aufzählung aller

[578] Vgl. (Flexiwaggon AB, 2023).
[579] (Randelhoff, 2016).

Ausprägungen verzichtet. Stattdessen beschränkt sich die Vorstellung auf die ISO-Container für den Streckentransport per Schiff, Bahn oder Lkw und für die letzte Meile auf Transportboxen für den Transport mit Lastenfahrrädern.

3.3.3.1 Container

Container sind genormte (ISO-Container) Großraumbehälter (Seefracht-Container, engl. freight container) aus Stahl, die ein einfaches und schnelles Verladen, Befördern, Lagern und Entladen von Gütern ermöglichen.

Abbildung 3-76: ISO-Container[580]

Als Standardbehälter für die internationale Warenlogistik haben sich im Laufe der Zeit die als TEU und FEU, sprich 20- und 40-Fuß Container (engl. 20-Foot-Equivalent-Unit, 40-Foot-Equivalent-Unit) herausgebildet, welche in ihrer jährlichen Verwendung ein ungebremstes Wachstum erfahren.[581]

Standardcontainer sind 8 Fuß und 6 Zoll hoch (2,59 m). Weiterhin gibt es für den Großteil der Containerarten auch die Ausführung High-Cube (auch als HQ – High-Quantity – bezeichnet), welche eine Höhe von 9 Fuß und 6 Zoll (2,90 m) haben. Die Abmessungen sind so gewählt, damit Container auch mit Lkw, Eisenbahn oder Binnenschiff befördert werden können.

Das Leergewicht liegt bei 2.300 kg für einen 20-Fuß-Container und 3.900 kg für einen 40-Fuß-Container. Die Zuladung beträgt bei 20 Fuß-Containern ca. 21,7 t bei 33 m³ Volumen. Ein 40-Fuß-Container fasst 26,5 t bei 67,6 m³ Volumen. Dies sind Standard-Angaben und sollten bei der Beladung von Containern beachtet werden, da in vielen Ländern für den Straßentransport ein Maximalgewicht inkl. Fahrzeug gilt. Ein 40-Fuß-Container, der mit 26,5 t Ladungsgewicht gepackt ist, kann in Deutschland z.B. auf der Straße befördert werden, weil im kombinierten Verkehr (d.h. Schiene, Straße, Wasserweg) 44 t Gesamtgewicht zulässig sind. Ein Container darf ein Bruttogewicht von 30.480 kg erreichen (sowohl 20-Fuß-Container als auch 40-Fuß-Container).

In den letzten Jahren wurden unter der Führung der Reederei A. P. Møller-Mærsk-Sealand auch 45 Fuß (13,72 m) lange Container eingeführt. Diese bieten mehr Stauraum, was besonders bei voluminösen Ladungen vorteilhaft ist. Weiterhin können 45-Fuß-Container auch regulär auf Lkw-Chassis befördert werden, ohne die in Europa maximal erlaubte Gesamtlänge des Sattelzuges zu überschreiten. Der 45-Fuß-Container stellt weiterhin eine direkte Konkurrenz zu den in Europa üblichen Sattelaufliegern dar. So sollen 45-Fuß-Container, aus Sicht der Reedereien, konventionelle Sattelauflieger ersetzen.[582]

[580] (Elbtainer Programming UG, 2017).
[581] Vgl. Ergebnisse des Innovation Labs (Müller, Piesack, & Weiler, 2022, S. 7).
[582] Vgl. (HHDR SYSTEMS Logistik & Lagerung GmbH, 2023).

Speziell für den europäischen Logistikmarkt gibt es sogenannte Pallet Wide (PW) Container, auch Binnencontainer genannt, die im 40-Fuß-Standard Stauraum für 30 statt 25 Euro-Paletten bieten (dementsprechend beim 20-Fuß-Container 15 statt 11 und beim 45-Fuß-Container 33 statt 27 Euro-Paletten).

Container		20′		40′		45′ HC		45′ PW		48′ HC		53′ HC	
Maße		englisch	metrisch	englisch	metrisch	englisch	metrisch	englisch	metrisch	englisch	metrisch	englisch	metrisch
Außenmaß	Länge	19′ 10 ½″	6,058 m	40′ 0″	12,192 m	45′ 0″	13,716 m	45′ 0″	13,716 m	48′ 0″	14,631 m	53′ 0″	16,154 m
	Breite	8′ 0″	2,438 m	8′ 0″	2,438 m	8′ 0″	2,438 m	8′ 2″	2,49 m	8′ 6″	2,591 m	8′ 6″	2,591 m
	Höhe	8′ 6″	2,591 m	8′ 6″	2,591 m	9′ 6″	2,896 m	8′ 6″	2,591 m	9′ 6″	2,896 m	9′ 6″	2,896 m
	Fläche	160 ft²	14,9 m²	320 ft²	29,7 m²	360 ft²	33,4 m²	368 ft²	34,1 m²	407 ft²	38,0 m²	450 ft²	41,9 m²
Innenmaß	Länge	19′ 4 13⁄16″	5,898 m	39′ 5 45⁄64″	12,032 m	44′ 4″	13,556 m	44′ 4″	13,556 m	47′ 6″	14,478 m	52′ 6″	16,002 m
	Breite	7′ 8 19⁄32″	2,352 m	7′ 8 19⁄32″	2,352 m	7′ 8 19⁄32″	2,352 m	8′ 0″	2,438 m	8′ 3″	2,515 m	8′ 3″	2,515 m
	Höhe	7′ 9 57⁄64″	2,385 m	7′ 9 57⁄64″	2,385 m	8′ 9 15⁄16″	2,698 m	7′ 9 57⁄64″	2,385 m	8′ 10 11⁄16″	2,710 m	8′ 10 11⁄16″	2,710 m
	Fläche	150 ft²	13,9 m²	305 ft²	28,3 m²	342 ft²	31,8 m²	355 ft²	32,9 m²	392 ft²	36,4 m²	433 ft²	40,2 m²
	Volumen	1.171 ft³	33,1 m³	2.383 ft³	67,5 m³	3.020 ft³	85,8 m³	2.775 ft³	78,6 m³	3.488 ft³	98,9 m³	3.851 ft³	109,1 m³
Türöffnung	Breite	7′ 8 1⁄8″	2,343 m	7′ 8 1⁄8″	2,343 m	7′ 8 1⁄8″	2,343 m	7′ 8 1⁄8″	2,343 m	7′ 8 1⁄8″	2,343 m	7′ 8 1⁄8″	2,343 m
	Höhe	7′ 5 3⁄4″	2,280 m	7′ 5 3⁄4″	2,280 m	8′ 5 49⁄64″	2,585 m	7′ 5 3⁄4″	2,280 m	8′ 5 49⁄64″	2,585 m	8′ 5 49⁄64″	2,585 m
Gesamt-gewicht		52.910 lb	24,0 t	67.200 lb	30,48 t	67.200 lb	30,48 t	67.200 lb	30,48 t	67.200 lb	30,48 t	67.200 lb	30,48 t
	HT	67.200 lb	30,48 t	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Leer-gewicht		5.140 lb	2,33 t	8.820 lb	4,0 t	10.580 lb	4,8 t	10.580 lb	4,8 t	–	–	11.110 lb	5,0 t
	HT	5.290 lb	2,4 t	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nutzlast		47.770 lb	21,67 t	58.380 lb	26,48 t	56.620 lb	25,68 t	56.620 lb	25,68 t	–	–	56.090 lb	25,44 t
	HT	61.910 lb	28,08 t	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Kapazität Europaletten		11 Stück		25 Stück		27 Stück		33 Stück		36 Stück		40 Stück	

Tabelle 3-47: Abmessungen und Kapazität von ISO-Containern (HC = High-Cube) [583]

Vorteile	Nachteile
Weltweit eingeführtes und genormtes System	Staukapazität nicht immer optimal nutzbar
Ermöglichen kombinierten und multimodalen Verkehr	Transport und Verladung nur mit Spezialfahrzeugen möglich
Unterschiedliche Abmessungen vorhanden	

Tabelle 3-48: Vor-/ Nachteile Container

Exkurs: Umschlag von ISO-Containern

Das Auf- und Absatteln von Containern kann neben den oben aufgeführten vertikalen und horizontalen Umschlagstechniken auch mit speziellen lokalen Hebetechniken erfolgen. Das System besteht aus 4 elektro-hydraulischen Containerstützen, die unter Verwendung eines 1-t-Gabelstaplers an die ISO Container Chassis eingehängt und mittels Kraftstromversorgung angesteuert werden.[584]

[583] (Wikipedia, 2023).
[584] Vgl. (M.Bartels Verladesysteme GmbH & Co. KG, 2023).

Abbildung 3-77: Joloda-Verladesystem[585]

Darüber hinaus können Container auch mit speziellen Seitenladern oder Autokran umgeschlagen werden.

Abbildung 3-78: Seitenlader[586]

3.3.3.2 Konzept iWald

Das Forschungsprojekt iWald (integral World And Local Delivery), welches im Jahr 2018 startete, zielte darauf ab, Standardisierungen für den intermodalen Verkehr mittels eigener entwickelter GH-Boxen zu erreichen. Mehrere Unternehmen und die Universität Duisburg Essen sind in ihren Forschungen zu folgenden Ergebnissen gekommen: Gemeinsam mit dem Blech- und Stahlbau Hersteller Wenker, wurde ein Container konzeptioniert, welcher lediglich über Planen und keine Seitenwände zum Schützen der Ladung verfügt. Die fehlenden Seitenwände sind jedoch nicht einschränkend bei der Handhabung des Containers. Wie auch andere TEUs kann der Container gestapelt und gesichert werden. Der Hintergrundgedanke ist, dass der TEU mit kleineren Transportcontainern bzw. ebenfalls speziell entwickelten GH-Boxen beladen wird. Der TEU verfügt über 14 Slots, welche mit GH-Boxen beladen werden können. Die Be- und Entladung der Transportcontainer/ GH-Boxen kann mit Hilfe der am Container verbauten Laufkatze oder auch direkt von den Seiten mit Hilfe eines Staplers geschehen.

585 (M.Bartels Verladesysteme GmbH & Co. KG, 2023).
586 (Elbtainer Trading GmbH, 2023).

Somit muss kein Flurförderzeug mehr in den Container fahren oder manuell die Güter entladen werden. Für die Transportcontainer wurden ebenfalls Fahrzeuge konzeptioniert, damit ein emissionsloser „letzte Meile Transport“ möglich ist.[587]

Abbildung 3-79: GH Container von der Wenker GmbH & Co KG[588]

Abbildung 3-80: GH Box Cool[589]

Die GH-Boxen werden neben der Größe von 1200 x 800 x 800 mm (LxBxH) auch mit den Abmessungen 800 x 600 x 600 mm, 800 x 600 x 800 und 1200 x 800 x 1000 mm angeboten, wobei allen das Grundmaß einer Euro-Palette oder deren Hälfte aufweisen.

Alle Boxen verfügen über ein integriertes Sicherungssystem, das beim Stapeln der Boxen eine Verbindung herstellt und damit einen stabilen Transport ermöglicht. Die Grundidee beim GH-Konzept ist es, die Boxen schon beim Versender nach Empfängergebieten zu befüllen und im Zielgebiet nur noch zu verteilen.

Für die Verteilung der GH-Boxen wurde in Zusammenarbeit mit der Firma HeiMat[590] aus Stadtlohn ein Fahrzeuggespann mit dem elektrischen Zugfahrzeug Biró[591] aus Italien und einem Anhänger mit eigenem elektrischem Antrieb entwickelt.

587 Vgl. (Müller, Piesack, & Weiler, 2022, S. 38).
588 (Wenker GmbH & Co. KG, 2023a).
589 (Wenker GmbH & Co. KG , 2023b).
590 Vgl. (HeiMat GmbH, 2015).
591 Vgl. (Estrima S.p.A, 2023).

Abbildung 3-81: eTrailer und Zugfahrzeug[592]

In den Anhänger des Fahrzeuges von GH-System passen zwei Boxen übereinander. Diese werden mit einem elektrischen oder manuellen Kransystem von rechts in den Anhänger geladen. Das Fahrzeug erreicht eine Geschwindigkeit von 45 km/h, ist 1.030 mm breit und hat eine Zuladung von bis zu 300 kg.

Vorteile	Nachteile
Beim Container Teil-Be- und Entladung möglich	System in der Erprobung
Ermöglichen kombinierten und multimodalen Verkehr	Kein Verbreitungsgrad der GH-Boxen
	Geringere Staukapazität durch die GH-Boxen
	Be- und Entladung nur mit Hilfsmitteln möglich
	Hoher Flächenbedarf für Fahrzeug und Anhänger

Tabelle 3-49: Vor-/ Nachteile GH-Konzept

3.3.3.3 Konzept Rytle GmbH

Ein weiteres hierarchisches Behälterkonzept hat die Firma Rytle GmbH aus Bremen in Kooperation mit dem Containerhersteller Krone einen Container in der Größe eines Pkw-Parkplatzes entwickelt, welcher mit Rollcontainern beladen werden kann, die mit Lastenrädern für die innerstädtische Logistik genutzt werden können. Die Rollcontainer sind ca. 1.863 mm hoch bei einem Grundmaß von 1.345 mm Länge und 890 mm Breite und einer maximalen Zuladung von 180 kg.

Mit der Vision Ballungsräume und Städte im Bereich Nachhaltigkeit, Ökologie und Effizienz zu unterstützen, hat sich das Konzept von Rytle seit 2017 etabliert. Den Ablauf eines CO_2 neutralen letzte-Meile-Transports zeigen die folgenden Abbildungen.[593]

Abbildung 3-82: Rytle-Konzept[594]

592 (iwald.de, 2023).
593 (Müller, Piesack, & Weiler, 2022, S. 39).
594 Vgl. (RYTLE GmbH, 2023).

Im Rytle-Konzept werden Container mit den Rollboxen beladen und auf einem Parkplatz deponiert. Mittels einer App können die Fahrer das Rolltor des Containers öffnen und eine Rollbox entnehmen. Diese Boxen können wiederum von die dafür entwickelten Lastenräder aufgenommen und gesichert werden. Somit erfolgt der letzte Meile Transport emissionsfrei.[595]

Der Container verfügt über ein- und ausfahrbare Stützen, sodass der Container bodeneben abgestellt werden kann. Die Kapazität beträgt neun Rollcontainer je nach Rollcontainer-Größe. Das Lastenrad verfügt über eine integrierte Palettengabel.

Abbildung 3-83: Rytle-Lastenrad MovR3 Details[596]

Das E-Lastenrad erreicht eine Geschwindigkeit von 25 km/h mit elektrischer Unterstützung bei einer maximalen Zuladung von 257 kg auf der Palettengabel bei einer Breite von 1,3 m.

Vorteile	Nachteile
Beim Container Teil-Be- und Entladung möglich	Geschlossenes System
Container/ Plattform kann als Pop-up Mikro-Hub genutzt werden	Mehrfaches Materialhandling notwendig
Unterstützt Last-Mile-Versorgung	Geringere Staukapazität durch die Roll-Boxen

Tabelle 3-50: Vor-/ Nachteile Rytle-System

3.3.3.4 Konzept RMS MOOVE

Die in Ravensburg ansässige Firma RMS MOOVE GmbH stellt ein komplettes, modulares System beginnend bei Transportboxen in unterschiedlichen Varianten über einen E-Van, passender Umschlagstechnik (RMS MOOVE Decks) bis hin zum Lastenrad für die Versorgung der vorletzten und letzten Mail zur Verfügung.

„RMS MOOVE Boxen und Decks sind herstellerunabhängig einsetzbar und deshalb mit den meisten E-Vans und Lastenrädern kompatibel. Die Bereitstellung von Lastenrädern sowie die Um- oder Nachrüstung ermöglichen wir zusammen mit unseren Partnern. Dabei werden die Transportplattformen der Fahrzeuge mit einem Zwischenrahmen ausgestattet, der auch in den RMS MOOVE Decks verbaut ist. Die Komponenten sind perfekt aufeinander abgestimmt und ermöglichen den problemlosen, sicheren Umschlag sowie Transport“.[597]

Die Transportboxen entsprechen je nach Kundenwunsch den Innen- oder Außenmaßen einer Euro-Palette. Die Zuladung einer Box beträgt 140 Kilogramm bei einem Leergewicht von 45 kg. Der Zugriff auf

595 Vgl. (Müller, Piesack, & Weiler, 2022, S. 40).
596 (RYTLE GmbH, 2023).
597 Vgl. (RMS MOOVE GmbH, 2023a).

Abbildung 3-84: RMS MOOVE-Konzept[598]

Die Behälter können durch den Einsatz von Rollen von Hand vom Transportfahrzeug auf die mobile Plattform (RMS MOOVE Decks) und von dort aus auf das E-Lastenrad und zurückgeschoben werden. Die Decks benötigen somit keinen Stromanschluss, sind klappbar und jederzeit erweiterbar. Damit wäre ein Einsatz beispielsweise in Parkhäusern als Pop-up Mikro-Hub einfach möglich.

Das beispielsweise von dem Anbieter Citcar[599] eingesetzte E-Lastenrad Citkar Delivery Max verfügt über eine Zuladung von 215 kg bei einer Breite von 1,00 m mit einer Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h.

Vorteile	Nachteile
Bei Transportbox Teil-Be- und Entladung möglich	Geschlossenes System
Plattform kann als Pop-up Mikro-Hub genutzt werden	Mehrfaches Materialhandling notwendig
Unterstützt Last-Mile-Versorgung	Geringere Staukapazität durch die Roll-Boxen

Tabelle 3-51: Vor-/ Nachteile RMS MOOVE Konzept

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen weitere Rollcontainer/ Lastenfahrräder.

Abbildung 3-85: Fulpra Lastenfahrrad[600]

598 (RMS MOOVE GmbH, 2023a).
599 Vgl. (Citkar GmbH, 2023).
600 (Fulpra, 2023).

Abbildung 3-86: Eco Carrier[601]

Abbildung 3-87: DHL Lastenfahrrad[602]

Abbildung 3-88: Rollwagensystem [603]

[601] (veloCARRIER GmbH, 2023).
[602] (Deutsche Post DHL Group, 2019).
[603] (ANTRIC GmbH, 2023).

3.3.4 Arten von Logistik-Depots/ Hubs

Gebäude/ Fläche	Standort	Logistikprozess	Nutzer
Packstation	öffentlicher Straßenraum/ frei zugängliches Privatgrundstück	Endkundenbelieferung (privat)	Logistikunternehmen & Empfänger
Paketkasten am Haus	Privatgrundstück	Endkundenbelieferung (privat)	Logistikunternehmen & Empfänger
Quartiers-Concierge-Dienst	Privatgrundstück	Endkundenbelieferung (privat) & Umschlag für die letzte Meile	Logistikunternehmen & Empfänger
Ladezone	öffentlicher Straßenraum	Endkundenbelieferung (gewerblich)	Logistikunternehmen
Ladehof	außerhalb des öffentlichen Straßenraums	Endkundenbelieferung (gewerblich)	Logistikunternehmen
Mikro-Depot (mobil/ stationär, auch Mikro-Hub genannt)	öffentlicher Straßenraum/ Privatgrundstück	Umschlag für die letzte Meile	Logistikunternehmen
Cityterminal	Privatgrundstück (ggf. in öffentlichen Besitz)	zentrumsnaher Umschlag für die Stadtversorgung	Logistikunternehmen
Güterverkehrszentrum (GVZ)	Privatgrundstück (ggf. in öffentlichen Besitz)	Umschlag für die Ballungsraumversorgung	Logistikunternehmen

Tabelle 3-52: Unterschiedliche Arten von Logistik-Hubs und ihre Funktionen[604]

3.3.4.1 Packstation/ Paketstation/ Paketbox

Zu Entkopplung der Zustellung von Paketen von der Anwesenheit des Empfängers bieten sich gerade im Privatkundensegment der Einsatz von Paketstationen oder Paketboxen an.

Abbildung 3-89: Packstation DHL[605]

Abbildung 3-90: Paketbox DHL[606]

Diese werden idealerweise an gut frequentierten, öffentlichen Plätzen, wie beispielsweise an Einkaufszentren, Supermärkten und Discountern aufgestellt. Über eine entsprechende digitale Kommunikation kann dem Empfänger eine Sendung avisiert werden, wie auch dieser Sendungen aufgeben kann. Das Mehrfachanfahren eines potenziellen Empfängers entfällt somit. Da diese Stationen 24 Stunden/ 7 Tage betrieben werden, bedeutet dies auch eine hohe Zugriffsmöglichkeit der Nutzer.

Einen ähnlichen Ansatz verfolgen die Mikro-Hubs, entweder als ortsfest oder nicht ortsfeste Umschlagsflächen innerhalb einer Urbanisation. Deren Ziel ist es, einen Teil der Zustellung auf der „allerletzten Meile“ durch alternative Transporttechniken, wie Lastenfahrräder durchzuführen.

Laut Aussage von DHL spart eine Packstation-Sendung auf der letzten Meile im Durchschnitt 30 % CO_2 ein, da die Zusteller pro Stopp eine große Anzahl an Paketen abliefern und abholen. Zudem haben neuere Generationen der Packstationen ein weiter entwickeltes Energiekonzept, wobei sie über

[604] Vgl. (Agora Verkehrswende, 2020, S. 91).
[605] (bitpage, 2023).
[606] (Stadtblog Karlsruhe, 2008).

Solarpanels ihren eigenen Energiebedarf abdecken. Aufgrund des Umweltaspektes und der hohen Kundennachfrage will DHL das Netz bis 2023 von derzeit 8.500 auf über 15.000 Automaten ausbauen.[607]

Abbildung 3-91: Packstation[608]

Vorteile	Nachteile
24 Stunden geöffnet	Kunde muss Ware abholen
Beliebige Auswahl einer Packstation für den Empfang von Paketen - keine Bindung	Begrenzte Paketanzahl
Geringe Wartungskosten	Wenn gewünschte Packstation voll oder defekt ist, Weiterleitung der Sendung an Filiale
Kostenlose Anmeldung und Nutzung	Fachgröße begrenzt

Tabelle 3-53: Vor-/ Nachteile Packstationen

3.3.4.2 Paketkasten

Der Paketkasten ist eine Paketbox für Hauseigentümer, die an die Wand montiert oder neben das Haus gestellt wird.

Abbildung 3-92: Paketkasten[609]

Vorteile	Nachteile
Zeitunabhängige Paketabholung und -zustellung	Anschaffungskosten und Installationsaufwand
Keine Zwischenlagerung der Pakete mehr beim Nachbarn oder in einer Filiale	Nicht alle Paketdienste unterstützen das Angebot
Kein Weg mehr zu Filiale notwendig	Begrenztes Volumen bzw. Fassungsvermögen
Diebstahlsicher	Nutzer müssen die Paketkästen selbst kaufen

Tabelle 3-54: Vor-/ Nachteile Paketkasten

[607] Vgl. (Ruhr Nachrichten, 2021).
[608] (Osthessen News, 2018).
[609] (wir-bauen-dann-mal.de, 2016).

3.3.4.3 Quartiers-Concierge-Dienste

Der Concierge fungiert als zentrale Anlaufstelle für die Abwicklung der Logistik von Waren und Paketen in einem bestimmten Gebiet.

Vorteile	Nachteile
Synergie-Effekte mit zusätzlichen Dienstleistungen	Abhängigkeit von Logistikunternehmen und anderen Partnern
Nachhaltige Stadt- und Letzte-Meile-Logistik	Ggf. nicht wirtschaftlich
Ausnutzung der Flexibilität eines Lastenfahrrads	Nur bei hoher Bevölkerungsdichte sinnvoll
Vermeidung von Rückstausituationen („Zweite-Reihe-Parken“)	

Tabelle 3-55: Vor-/ Nachteile Quartiers-Concierge-Dienste

3.3.4.4 Ladezone

Eine Ladezone ist eine gekennzeichnete Fläche zum Be- und Entladen von Gegenständen und Waren für private wie gewerblich Zwecke.

Zur Vermeidung des Haltens und Parkens in der „zweiten“ Reihe werden definierte Ladezonen empfohlen. Es wird daher empfohlen den Bedarf für Ladezonen zu erheben und durch „eindeutiger Festlegung und Ausweisweisung einzurichten bzw. die bestehenden auszuweiten“. [610]

Folgende Maßnahmen werden in der obigen Studie vorgeschlagen:

- eindeutige, gut sichtbare und einheitliche Markierungen von Park- und
- Halteverboten
- Einrichtung von Parkverbotszonen
- Umwandlung von Straßenrandparkplätzen zu gut markierten Ladezonen mit konsequenter Ahndung von Falschparkern
- im öffentlichen Raum Ausweisung ausschließlich gebührenpflichtiger Parkplätze mit geringer Parkhöchstdauer
- Parkgebühren differenzieren: höhere Parkgebühren im Zentrum sowie höhere Parkgebühren im öffentlichen Raum als in Parkhäusern
- Park+Ride Anlagen mit ÖPNV kombinieren (günstiger Park+Ride-Tarif)
- Bewohnerparkzonen in Bereichen, in denen ein hoher Parkdruck besteht, ausweisen
- Quartiersgaragen für Bewohner und Besucher errichten (insbesondere in neuen Wohngebieten)
- Konsequente Ahndung von Falschparkern
- Umnutzung von Parkplätzen zur Stärkung des Umweltverbundes

Abbildung 3-93: Ladezone[611]

[610] Vgl. (Wirtschaftskammer Österreich, 2022).
[611] (openPetition, 2020).

Vorteile	Nachteile
Maßnahme ist schnell & einfach umsetzbar	Mangel an geeigneten Flächen zur Be- und Entladung von Lieferfahrzeugen
Verkehrsbehinderungen werden vermieden	Weniger Parkmöglichkeiten in einem Gebiet
Je nach Größe der Zone ist ein Be- und Entladen für alle Fahrzeugtypen und jederzeit möglich	Missbrauch der Ladezonen durch Nicht-Lieferfahrzeuge

Tabelle 3-56: Vor-/ Nachteile Ladezone

3.3.4.5 Ladehof

Ein Ladehof ist ein Gebäude oder Fläche, wo Auflieger, Wechselbrücken, Spedition-Lkws und andere Kundenfahrzeuge be- und entladen werden.

Abbildung 3-94: Ladehof[612]

3.3.4.6 Mikro-Depot/ Mikro-Hub

Ein Mikro-Depot[613], oder auch Mikro-Hub genannt, ist ein definierter Ort in zentraler Stadtlage bzw. innerhalb des Stadtgebietes für den Umschlag und die Zwischenpufferung von Gütern.

Nach einer Untersuchung der Europäischen Kommission verteilt sich die Bevölkerung in der Europäischen Union wie folgt:

Größe der Stadt	Anteil
Gemeinden und Städte bis 10.000 Einwohner	20 % der EU-Bevölkerung
Städte und Gemeinden mit 10.000 bis 50.000 Einwohner	40 % der EU- Bevölkerung
Städte mit 50.000 bis 250.000 Einwohnern	20 % der EU- Bevölkerung
Städte mit mehr als 250.000 Einwohnern	20 % der EU-Bevölkerung

Tabelle 3-57: Reale Bevölkerungsverteilung[614]

Für die Stadt- und Gemeindetypen in Deutschland sind vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung folgende Klassifizierungen vorgesehen:

Bezeichnung	Einwohnerzahl
Landgemeinde	Städte und Gemeinden unter 5.000 Einwohner
Kleine Kleinstadt	ab 5.000 Einwohner oder Orte mit grundzentraler Funktion
Große Kleinstadt	ab 10.000 Einwohner
Kleine Mittelstadt	ab 20.000 Einwohner
Große Mittelstadt	ab 50.000 Einwohner
Kleinere Großstadt	ab 100.000 Einwohner
Große Großstadt	ab 500.000 Einwohner

Tabelle 3-58: Stadt- und Gemeindetyp[615]

612 (Heinze, 2023).
613 Vgl. (Hansestadt Wesel, 2019).
614 (DStGB, 2010).
615 Vgl. (BBSR, 2023).

Demzufolge leben ca. 40 % der Einwohner in großen Mittelstädten bis große Großstädte. Laut einer aktuellen Auswertung von STATISTIKA[616] verteilt sich die Bevölkerung nach Verstädterungsgrad in Deutschland auf 39,0 % in Städten, 41,4 % in kleine Städte oder Vororte und 19,6 % in ländlichen Gebieten.

Der Trend der Urbanisierung und eine größere Nachfrage an E-Commerce Produkten resultiert u.a. aus den Herausforderungen der Städte. Der Mangel und die Minderung von frei verfügbarem Platz, die enorme Belastung der öffentlichen Verkehrsmittel und die Erhöhung an Mietpreisen aufgrund der hohen Nachfrage sind einige Beispiele.[617]

Zur Vermeidung von Lieferverkehren in dicht besiedelten Siedlungsgebieten werden zurzeit verschiedene Versorgungskonzepte geprobt.

3.3.4.6.1 Mikro-Depot mobil

Zur Reduzierung von Lieferverkehren durch Lkws werden in einigen Städten mobile Mikro-Depots getestet.[618] Dazu wird ein extern des Stadtgebietes vorgepackter Anhänger oder Container in einer „zentralen“ Stadtposition gefahren. Die Feinverteilung erfolgt dann entweder per Lastenrad oder Sackkarre. Ein weiterer Vorteil ist die Nutzung einer „Reserve Logistics“, also die Rücksendung von nicht angenommen Zustellungen oder Retouren.

Verschiedene Pilot-Studien zeigen, dass mobile Mikro-Depots nur in Großstädten möglicherweise wirtschaftlich genutzt werden können. Darüber hinaus sind mögliche „freie“ Abstellplätze in den Städten nicht vorhanden oder werden durch Auflagen der Nutzung verhindert.

Abbildung 3-95: Mobiler UPS Mikro Hub[619]

[616] Vgl. (Statista, 2021).
[617] Vgl. (Granados, Müller, Piesack, & Weiler, 2021).
[618] Vgl. (Hansestadt Wesel, 2019).
[619] (logistik-heute, 2018).

Abbildung 3-96: Mikro-Depot[620]

Vor- und Nachteile von mobilen Mikro-Depots zeigt die nachfolgende Tabelle:

Vorteile	Nachteile
Weniger Lärm, Emissionen CO_2 und Verschmutzungen bei Einsatz emissionsfreier Fahrzeuge	Probleme, geeignete und kostengünstige Flächen für die Depots zu finden
Ausnutzung der Flexibilität eines Lastenfahrrads	Anblick von „Container- oder Wechselbrücken-Lösungen“ kann Anwohner stören und verschlechtert das städtische Erscheinungsbild
Weniger Staus und schnellere Belieferung	Probleme, geeignete und kostengünstige Flächen für die Depots zu finden
Verbesserter innerstädtischer Verkehrsfluss, Vermeidung von Rückstausituationen („Zweite-Reihe-Parken“)	Aufwand für Herrichtung und Betrieb der Immobilien
Nutzung eines „Nachtsprunges“	Ggf. Rangiertätigkeiten in den Nachtstunden

Tabelle 3-59: Vor- / Nachteile mobile Mikro-Depots

3.3.4.6.2 Mikro-Depot stationär

In einer Studie zur Entwicklung von Mikro-Depots im Auftrag der Industrie und Handelskammer Mittlerer Niederrhein werden die zuvor geschilderten Ansätze und Konzepte beispielhaft anhand von drei konkreten Immobilien in Krefeld, Mönchengladbach und Neuss veranschaulicht[621].

Dabei zeigte sich, dass die Suchkriterien zur Findung einer geeigneten Mikro-Depot-Immobilie einen komplexen Prozess darstellen. Am zielführendsten erscheinen Standorte mit einer hohen Einwohnerdichte. Des Weiteren sollte der Fahrradius um das Mikro-Depot bei Einsatz von Lastenrädern 2 km, andere Studien sprechen von bis zu 3 km, nicht überschreiten.

Aus der Korrelation täglicher Umschlagsmengen (Basis durchschnittliche Paketgröße der KEP-Dienstleister) kann eine notwendige Umschlagsfläche abgeschätzt werden.

[620] Vgl. (Kavermann, 2023).
[621] Vgl. (Stiehm, Rüdiger, Gade, Kirsch, & Braun, 2019).

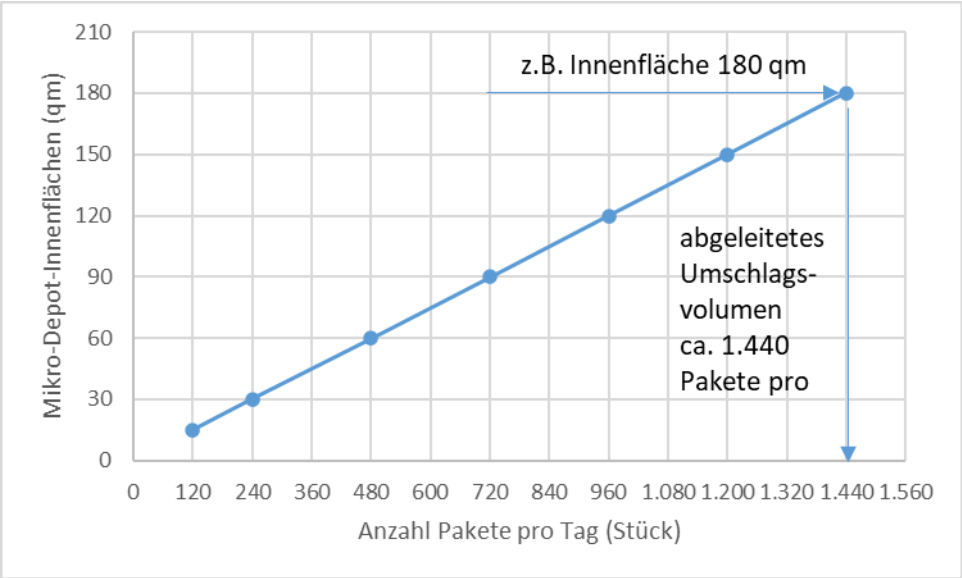


Abbildung 3-97: Korrelation Paketumschlag zu Mikro-Depot-Fläche [622]

Neben der Lagerfläche werden zusätzliche Flächen für Auslieferungsfahrzeuge und ggf. Ladestationen benötig.

Für das Personal sind die gesetzlich vorgeschriebenen Sanitär- und Aufenthaltsräume vorzuhalten. Neben den überdachten Flächen der Immobilien müssen entsprechende Verkehrsflächen für die Anlieferung und Abholung der Zustellfahrzeuge zu berücksichtigt werden. Je nach Höhe der einzelnen Werte erscheint eine Größenordnung von 400 bis 500 m^2 für ein stationäres Mikro-Depot angemessen.

Vor- und Nachteile von stationären Mikro-Depots zeigt die nachfolgende Tabelle:

Vorteile	Nachteile
Entlastung des innerstädtischen Verkehrs durch Einsatz von „Non-Lkws“	Konkurrenz zu anderen urbanen Anforderungen
Einsparung von CO_2 bei Einsatz emissions-freien Fahrzeugen	Nicht wirtschaftlich in „kleinen“ Städten
Nutzung eines „Nachtsprunges“	Nutzungskosten

Tabelle 3-60: Vor-/ Nachteile stationärer Mikro-Depots

Es wird aber weiterhin einen großen Anteil von Sendungen geben, der nicht mittels Lastenräder transportierbar ist, wie bzw. sperrige Güter (z.B. Haushaltsgeräte, Möbel, Baumarktprodukte).

Hier können sich Stückgutspediteure als Logistikdienstleister etablieren, wie es beispielsweise durch den Düsseldorfer Logistikdienstleister ABC Logistik (https://www.incharge.city/) durch Bündelung der Warenströme praktiziert wird.

3.3.4.7 City-Terminal/ City-Hub

City-Terminals sind zentrumsnahe Umschlagsorte für die Stadtversorgung, bei dem die Waren entsprechend dem Bedarf mit einem alternativen Verkehrsmittel zugestellt werden.

City-Terminals sind Sammel- und Verteilzentren, meist in Stadtrandlage, welche Fracht und Einzelsendungen von vielen verschiedenen Lieferanten für alle anfallenden Empfänger im angrenzenden urbanen Raum annehmen. In den Verteilzentren werden die angelieferten Sendungen zwischengelagert, kommissioniert und zu neuen Gesamtladungen zusammengestellt und können durch eine spezialisierte Lieferflotte, die an die Herausforderungen der städtischen Gegebenheiten angepasst

[622] Vgl. (Stiehm, Rüdiger, Gade, Kirsch, & Braun, 2019, S. 28).

ist (z.B. kleinere Lieferwagen, erweiterte Sicherheitsausstattung, angepasste Be- und Entladezugänge, emissionsarme Fahrzeuge, Verwendung von nichtmotorisierten Lieferfahrzeugen), im Stadtgebiet fein verteilt werden. Die Benutzung von umweltgünstigeren Lieferflotten kann auch den Zugang zu Bereichen ermöglichen, die Restriktionen aufweisen oder unter starken Umweltbelastungen leiden.[623]

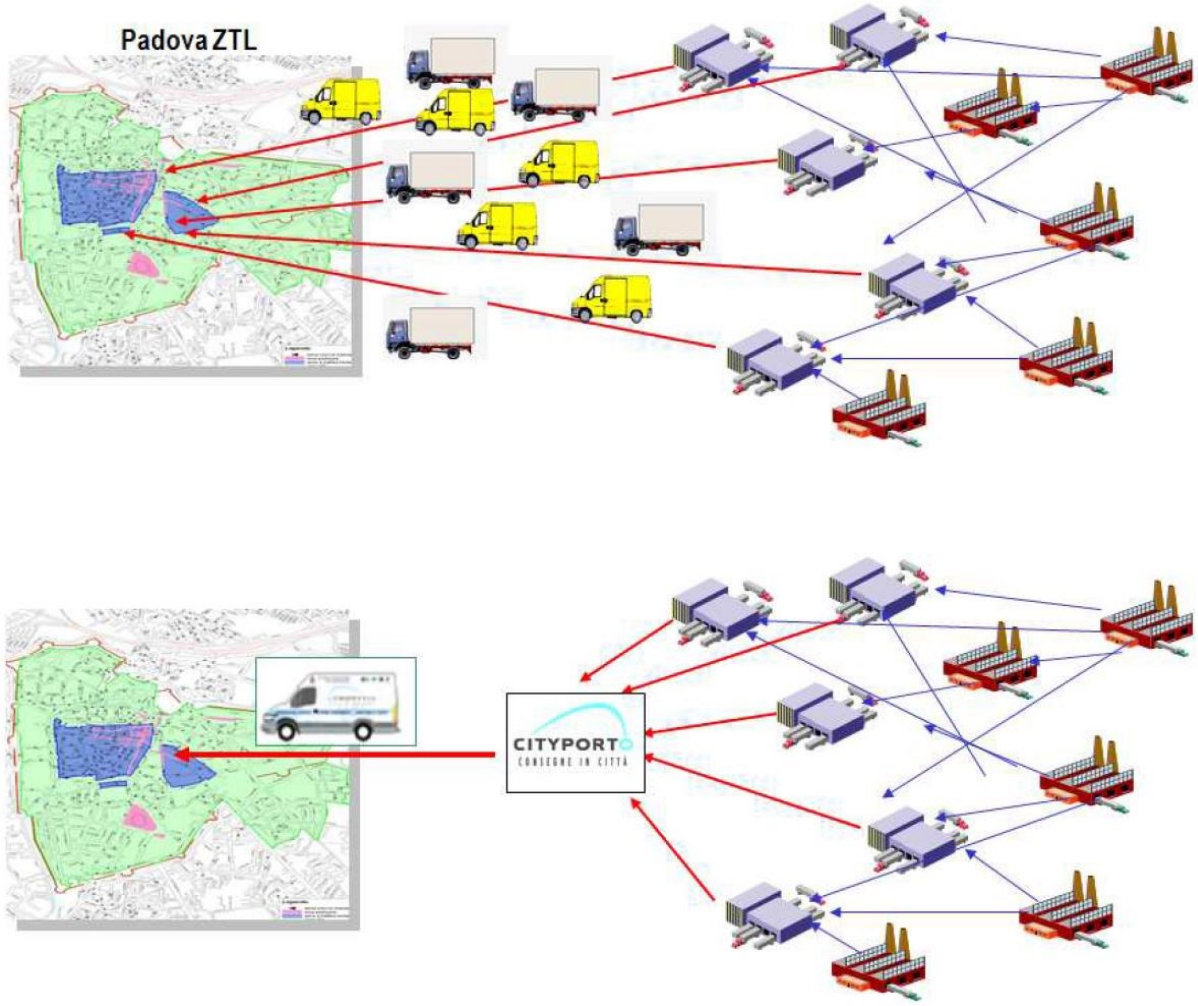


Abbildung 3-98: Prinzip eines City-Logistik-Zentrums am Beispiel von CityPorto in der Stadt Padua (Norditalien)[624] [625]

Ein Beispiel für ein City-Logistik-Zentrum wurde in Padua/ Italien seit dem 21. April 2004 umgesetzt. Die Belieferung der Innenstadt wird mittels LNG-Fahrzeuge mit einem Gesamtgewischt von < 3,5 T durchgeführt. Flankierende Maßnahme ist ein City-Bußgeld für nicht autorisierte Fahrzeuge von 80 Euro in der durch elektronische Schranken überwachten Stadt.

Ein weiteres realisiertes City-Logistik-Projekt wird in Thun (Schweiz) durch den Spediteur „spediTHUN“ betrieben.

[623] Vgl. (KERN AG, 2022).
[624] (CityPorto, 2023).
[625] (Bestfakt, 2015).

Abbildung 3-99: Fahrzeuge der Fa. Thun [626]

Das Logistikhotel „Chapelle International“ ist ein von der Firma Sogaris entwickelter, intermodaler Logistikkomplex mitten in Paris. Das Unternehmen hat sich zum Ziel gesetzt, die urbane Logistik nachhaltig und effizient in die Stadt zu integrieren und dabei den Anwohnern möglichst viel Mehrwert bieten zu können.

Innerhalb von Paris betreiben und planen sie daher 13 Standorte mit verschiedenen Funktionen wie beispielsweise ein Mobilitätszentrum, das Logistikhotel, Mikrohubs und Lagerflächen. Dabei werden auch immer zusätzliche Funktionen in die Bauten implementiert wie beispielsweise Mietobjekte (Büro/ Eigenheim), Einkaufsmöglichkeiten, Freizeitgestaltung und Parkflächen.[627] In Abbildung 3-100 sind die verschiedenen Standorte (links) und das Logistikhotel (rechts) zu sehen.

Das Erfolgsrezept des „Chapelle International“ ist ebenso leicht zu erkennen, wie das von „City Porto“. Zunächst steht ein großes Unternehmen hinter dem Projekt, welches viele Flächen in der Stadt zur Verfügung hat, die darüber hinaus hervorragende Eigenschaften besitzen (direkte Bahnanbindung des Logistikhotels). Dazu kommt, dass ein ganzheitliches Konzept umgesetzt wird, in dem auch Mobilitätszentren, Mikrohubs etc. integriert werden. Dabei wird auf die soziale Integration und Akzeptanz der Einwohner geachtet und auf verschiedene Einnahmequellen gesetzt.

Das Unternehmen ist zum Großteil im Besitz der Stadt Paris und verschiedenen weiteren Departments. Dadurch können Restriktionen und Incentives leicht umgesetzt werden. Die Ziele der Teilhaber des Unternehmens sind dieselben und durch die natürliche Implementierung der Anlagen in das Stadtleben, sowie die deutlichen Verbesserungen der Emissionen und des Verkehrsaufkommens sind die Bewohner zufrieden. Zuletzt bietet das Konzept den Kunden die Möglichkeit auf die Entsendung eigener Verkehrsträger nach Paris zu verzichten. Das Fahren in Paris ist nämlich stets mit hohem Aufwand verbunden, was die letzte Meile hier besonders kostenintensiv macht. Die Möglichkeit mit der Bahn direkt in die Mitte der Stadt zu kommen ist daher sehr attraktiv.

[626] (mobilservice.ch, 2023).
[627] Vgl. (Sogaris, 2020).

Abbildung 3-100: Projekt Logistik-Hotel in Paris[628]

3.3.4.7.1 Handlungsfeld räumliche Verdichtung

In Städten und Ballungsräumen nimmt das Verkehrsaufkommen weiterhin stetig zu. Nicht zuletzt führt der boomende Online-Handel zu einer Zunahme der Paketzustellungen. Die hier bevorzugten Transportmittel sind Fahrzeuge der Sprinter-Klasse (< 3,5 t Gesamtgewicht).

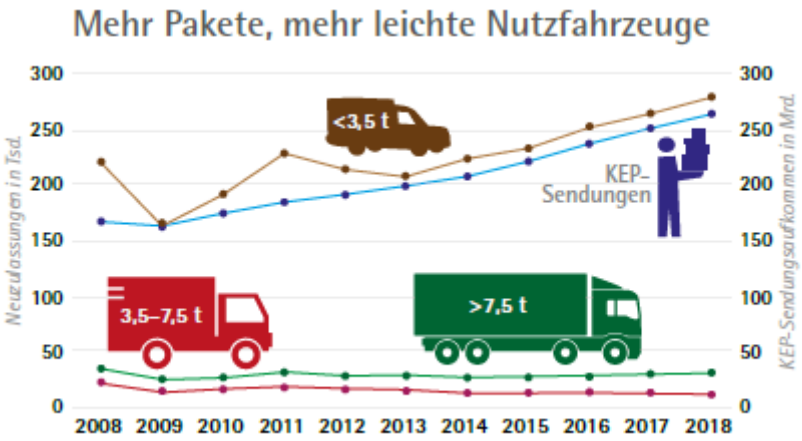


Abbildung 3-101: Entwicklung der Zulassung von Nutzfahrzeugen[629]

Leider erweist sich diese Tendenz als ökologisch und ökonomisch kontraproduktiv. Für die Belieferung der urbanen Räume müssen über eine Bündelung Lkws mit hoher Transportleistung eingesetzt werden. Bei einer Nutzlast von ca. 1,5 t eines Sprinters mit einem Dieselverbrauch von ca. 12 l/100km liegt dieser sechs-mal höher als bei einem Lkw mit 25 t Nutzlast und einem Verbrauch von 30 l/100km.[630]

628 (Paquier, 2018).
629 (Agora Verkehrswende, 2020).
630 Vgl. (Agora Verkehrswende, 2020).

Bei der räumlichen Bündelung ist das Ziel, benachbarte Warenempfänger zusammenzufassen, um die Anzahl der Stopps zu reduzieren. Dies führt zu einer Reduzierung der Stopps und damit zu einer Reduzierung des Tourgebietes.

3.3.4.7.2 Handlungsfeld zeitliche Verdichtung

Bei der zeitlichen Verdichtung steht im Vordergrund, Sendungen über einen Zeitraum hinweg zu sammeln, um dadurch eine höhere Sendungsdichte pro Empfänger zu erreichen. Beispielsweise prüft die Post zurzeit, ob eine Auslieferung an sechs Wochentagen notwendig ist. 87 % des Sendungsaufkommens stammen von Firmen. Laut der Vorschrift der „Post-Universaldienstleistungsverordnung“ sind 80 % aller Sendungen am Werktag nach dem Einwurf zuzustellen, 95 % am zweiten Werktag. Würde an einem Montag keine Zustellung erfolgen, würde dies nur 13 % der Sendungen betreffen und 16,6 % weniger Post-Mitarbeiter binden. Zusätzlich möchte die Post auf ihre Nachtflüge verzichten. Diese sind aber solange notwendig, solange die 80 %-Regel besteht.[631]

Für eine stadtverträgliche Verteilung mit geeigneten Fahrzeugen wird in einer Studie[632] beispielsweise für die Stadt Krefeld ein gestuftes Konzept vorgeschlagen:

- Weiterentwicklung Trimodaler Umschlag Hub im Bereich Hafen
- Erarbeitung und Umsetzung eines stadtweiten Logistikkonzeptes mit Errichtung eines Umschlagpunktes für gebündelte Warenlogistik und einem Midi- bzw. Mikro-Depot-Konzept
- Prüfung der Implementierung einer Logistik-Straßenbahn (Machbarkeitsstudie)
- Einrichtung eines Lastenradverleihs, ggf. integriert in das Fahrradverleihsystem
- Weiterentwicklung und ggf. Ausweitung der Ladezonen in den zentralen Bereichen

Beim Cityterminal wird der im Güterverkehrszentrum gebündelte Warenverkehr einem stadtnahen Umschlagzentrum zugestellt – auch außerhalb der Öffnungszeiten und möglicherweise mit den nachts wenig ausgelasteten öffentlichen Verkehrsmitteln[633].

Seit 2001 befindet sich im Berliner Westhafen[634] (Größe inkl. Hafenanlage ca. 30 ha) ein trimodales Cityterminal mit Straßen-, Schienen- und Wasserstraßenanschluss. Neben der Kernstadtversorgung dient es auch der Bündelung von Seehafenhinterlandverkehren, weswegen es auch als City-Güterverkehrszentrum (City-GVZ) bezeichnet wird. Die Belieferung erfolgt über täglich verkehrende Containerganzzüge aus Nordrhein-Westfalen und von den Nordseehäfen Hamburg und Bremerhaven. Der Zug aus Nordrhein-Westfalen verkehrt fünfmal wöchentlich und dient der Lieferung von Paketen. Erweiterungsmaßnahmen im Bereich der Umschlaganlagen und der Schienenanbindung sind derzeit in Planung. Das Land Berlin beabsichtigt, weitere Cityterminal zu entwickeln.

631 Vgl. (tagesschau.de, 2021).
632 Vgl. (LK Argus GmbH, 2021).
633 Vgl. (BVL, 2014).
634 Vgl. (Agora Verkehrswende, 2020, S. 93).

Abbildung 3-102: Trimodales City-GVZ Westhafen[635]

Vorteile	Nachteile
Lieferungen, Bestellungen und Entsorgung in Stadtteilen intelligent und zeitlich flexibel bündeln	Nicht wirtschaftlich in kleineren Städten
Potenzial für Reverse Logistik	Aufwand für Herrichtung und Betrieb des Cityterminals
Ausnutzung der Flexibilität eines Lastenfahrrads	
Nachhaltige Stadt- und Letzte-Meile-Logistik	
Verbesserte Auslastung vorhandener Verkehrssysteme	

Tabelle 3-61: Vor-/ Nachteile zeitliche Verdichtung

Eine kritische Anmerkung zu dem bisher begrenzten Erfolg von Cityterminal-Konzepten findet sich in der Publikation „Nachhaltige Logistik in urbanen Räumen“.[636] Einer der Hauptgründe ist die fehlende Kooperation der Partner. Des Weiteren wird die „Nichtfinanzierbarkeit“ von Citylogistikgebäuden in Premium-Lagen der Städte aufgeführt.

3.3.4.8 Güterverkehrszentrum (GVZ)

Güterverkehrszentren sind Logistik-Zentren, in denen Güter zwischen unterschiedlichen Verkehrsträgern umgeladen, für Ladungen zusammengestellt und für Transportfahrten vorbereitet werden.

Abbildung 3-103: GVZ Dresden[637]

635 (BEHALA, 2023).
636 Vgl. (Agora Verkehrswende, 2020, S. 64).
637 (Wikipedia, 2010).

Vorteile	Nachteile
Optimal für die Etablierung intermodaler Transportketten	Zerschneidung der Landschaft durch den Bau von GVZ
Verkehrsentlastung und Vermeidung bei Verlagerung von Staße auf Schiene/ Schiff	Hohe Güter- bzw. Warenströme als Grundvoraussetzung zur optimalen Gesamtauslastung eines GVZs
Durch Synergieeffekte zwischen den angesiedelten Unternehmen kann deren Wirtschaftlichkeit und Service verbessert werden	Hohe Investitionskosten und laufende Kosten

Tabelle 3-62: Vor-/ Nachteile Güterverkehrszentrum

3.3.4.9 City-Maut

In einer Veröffentlichung des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) wurde eine Empfehlung ausgesprochen, alle Fahrten von konventionell betriebenen Fahrzeugen im Innenstadtbereich mautpflichtig zu machen.[638]

Zitat: „Dies kann zu einer Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs und damit zu einer geringeren Immissions-Belastung beitragen. Gleichzeitig werden umweltschonendere Alternativen (ÖPNV, Elektrofahrzeuge usw.) attraktiver und stärker genutzt. Einnahmen aus einer City-Maut können zudem für den Ausbau der alternativen Angebote eingesetzt werden“.

3.3.5 Exkurs Konsumenten-Warenbedarfsmengen

Dieser Abschnitt zielt auf die Bestimmung der Individualkonsummengen ab, die von privaten Haushalten in der kreisfreien Stadt Krefeld und im Kreis Wesel konsumiert werden. Die identifizierten Konsumengen stellen die Datenbasis für die Dimensionierung eines einzelnen SPaCiHs und des gesamten SPaCiH-Netzwerkes dar. Dazu müssen die Konsummengen von privaten Haushalten je Zeiteinheit bestimmt und anschließend auf Stadt- bzw. Kreisebene hochgerechnet werden. Der in diesem Projekt verfolgte Ansatz beruht auf der Systematik und auf Statistiken zur Berechnung des Verbraucherpreisindexes. Die Methodik und die Limitationen dieses Ansatzes finden sich im Anhang Kapitel 8.6. In der Tabelle 3-63 werden die Konsumausgaben sowie die ermittelten Konsummengen je Haushalt und Monat für die entsprechenden Abteilungen dargestellt. Insgesamt geben private Haushalte je Monat 2.538 € für Konsumgüter aus, die insgesamt ein Gesamtgewicht von 278 kg je Monat aufweisen. Die Konsumausgaben und -mengen verteilen sich unterschiedlich auf die einzelnen Abteilungen. Dabei gilt zu beachten, dass hohe Konsumausgaben einer Abteilung nicht zwangsläufig zu hohen Konsummengen führen.

Die ermittelten Konsummengen je Haushalt und Monat stellen das potenzielle Aufkommen dar, das mit Hilfe des SPaCiH-Netzwerkes an die Konsumenten geliefert werden muss. Bei der weiteren Betrachtung wird die Abteilung 07 „Verkehr“ nicht weiter berücksichtigt, da eine Abwicklung von Kraftfahrzeugen und Kraftstoffen mittels des SPaCiH-Konzeptes nicht primär vorgesehen ist. Zur Dimensionierung eines SPaCiHs, müssen die ermittelten Konsummengen, welche in Kilogramm je Monat und Haushalt vorliegen, in eine Palettenanzahl je Monat und Einzugsgebiet überführt werden. Der Ansatz zur Bestimmung der Palettenanzahl basiert auf einer Statistik („Verkehr deutscher Lastkraftwagen“) des Kraftfahrtbundesamtes (KBA). In der Tabelle 3-64 werden die Anzahl der benötigten Paletten je Monat für die den Individualkonsum der Privathaushalte dargestellt. Für den Kreis Wesel (219.000 Haushalte) ergeben sich 95.638 Europlatten und für die kreisfreie Stadt Krefeld (119.000 Haushalte) 51.968 Europaletten, um die Privathaushalte vollständig mit Konsumgütern versorgen zu können.

[638] Vgl. (BMDV, 2022).

Abteilung	Bezeichnung	Je Haushalt und Monat			
		Ausgaben		Mengen	
		(€)	(%)	(kg)	(%)
01	Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke	278	11,0	105	37,9
02	Alkoholische Getränke, Tabakwaren und Drogen	43	1,7	11	3,9
03	Bekleidung und Schuhe	106	4,2	3	1,1
04	Wohnung, Wasser, Strom, Gas u.a. Brennstoffe	890	35,1	2	0,8
05	Einrichtungsgegenstände, Apparate, Geräte und Ausrüstungen für den Haushalt (einschl. Reparatur)	141	5,6	19	6,7
06	Gesundheit	104	4,1	0	0,1
07	Verkehr	351	13,8	122	43,9
08	Post und Telekommunikation	65	2,6	0	0,0
09	Freizeit, Unterhaltung und Kultur	284	11,2	15	5,3
10	Bildungswesen	21	0,8	/	/
11	Gaststätten- und Beherbergungsdienstleistungen	157	6,2	/	/
12	Andere Waren und Dienstleistungen	98	3,9	1	0,2
Gesamt		2.538	100	278	100

Tabelle 3-63: Ermittelte Konsummengen je Haushalt und Monat

NST 2007		Menge je Haushalt (kg)	Menge je Monat (t)		Paletten-Last (t/Palette)	Anzahl Paletten	
Abteilung	Bezeichnung		Krefeld	Wesel		Krefeld	Wesel
01	Erzeugnisse der Land- und Forstwirtschaft sowie der Fischerei	10	1.215	2.237	0,50	2.413	4.440
04	Nahrungs- und Genuss-mittel	116	13.821	25.435	0,39	35.605	65.525
05	Textilien, Bekleidung, Leder und Lederwaren	4	519	955	0,21	2.473	4.552
06	Holzwaren, Papier, Pappe, Druckzeugnisse	4	473	870	0,36	1.324	2.437
09	Sonstige Mineraler-zeugnisse	3	415	764	0,44	944	1.736
11	Maschinen und Ausrüstungen, Haushaltsgeräte etc.	3	331	609	0,28	1.165	2.145
13	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte etc.	15	1.753	3.227	0,22	8.044	14.803
Gesamt		156	18.527	34.096		51.968	95.638

Tabelle 3-64: Paletten-Anzahl (sortenrein) für die kreisfreie Stadt Krefeld und den Kreis Wesel[639,640]

Abschließend lässt sich festhalten, dass dieses Kapitel einen Ansatz zur Abschätzung der Konsummengen von Privathaushalten liefert. Auf Basis dieser Datengrundlage findet im Folgenden (siehe Kapitel 3.3.6.7) die SPaCiH-Dimensionierung statt. Bei der Verwendung dieser Abschätzung

[639] Vgl. (Landesdatenbank.nrw.de, 2019).
[640] Vgl. (kba.de, 2019).

müssen jedoch die aufgezeigten Limitationen (siehe Anhang Kapitel 8.6) berücksichtigt werden, welche in zukünftigen Forschungsarbeiten adressiert werden könnten.

3.3.6 SPaCiH-Flächen

Der benötigte Flächenbedarf für die Realisierung eines SPaCiHs kann anhand einiger Annahmen und Eckwerten grob berechnet werden. Dabei wird folgender hierarchischer Aufbau zu Grunde gelegt:

1. Ermittlung der Lagerkapazität
2. Ermittlung Flächenbedarf Lager (Netto)
3. Zuschlag Hauptverkehrsfläche und Vorzonen
4. Zuschlag Büroflächen
5. Zuschlag Außen- und Rangierflächen

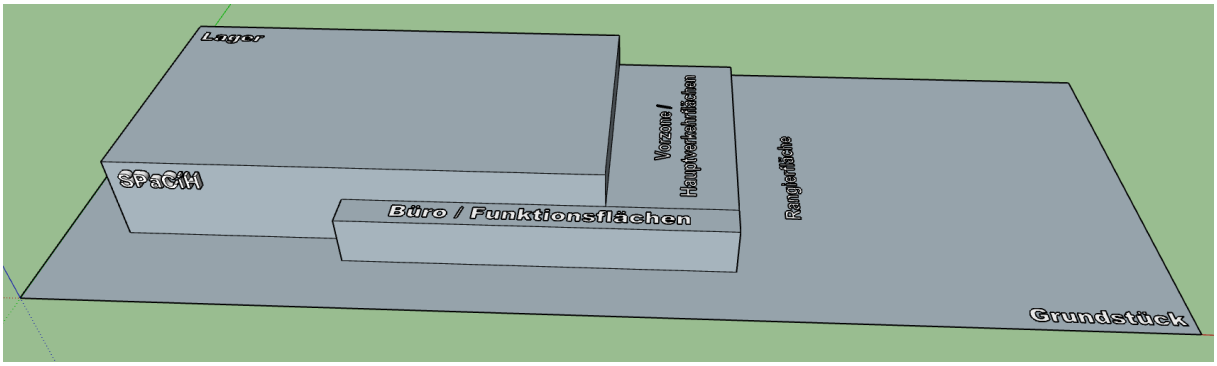


Abbildung 3-104: Prinzip Skizze SPaCiH-Flächen

3.3.6.1 Ermittlung der Lagerkapazität

Die Kapazität eines Lagers ist u.a. vom Durchsatz abhängig, der in einem Zeitraum von einem Jahr umgeschlagen wird. Unter der Annahme, dass das Lager 120.000 Paletten pro Jahr umschlägt und die Umschlagshäufigkeit bei 12[641] liegt (Lagerreichweite ein Monat ohne Zuschläge für Sicherheitsbestände), dann müsste die Kapazität des Lagers bei 120.000 / 12 = 10.000 Paletten liegen.

3.3.6.2 Ermittlung Flächenbedarf Lager (Netto)

Ausgangsbasis ist der Flächenbedarf des Lagers, in dem die Warenströme temporär gepuffert werden. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass der Umschlag und die Lagerung auf EURO-Paletten erfolgt. Der Lagerbetrieb erfolgt konventionell mit dem Einsatz von Staplern.

Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass die zur Lagerung vorgesehene Palette eine Höhe von 1,20 cm hat (entspricht EUL-1-Norm = 1,2 m inkl. Palette). Die Stapelhöhe im Palettenregal wird konservativ mit sechs Ebenen angenommen, was einer Hallenhöhe von ca. 9 Metern unter dem tiefsten Hallen-Quer-Binder entspricht. Die Mehrzahl der vorhandenen und projektierten Logistikprojekte sehen in der Regel eine lichte Höhe von ca. 10-12 m vor.

Die Lagerung erfolgt „tief“ in einer Drei-Platz-Lagerung. Für die Gassenbreite werden 3,5 Meter veranschlagt, um auch die Anforderungen des Sicherheitsabstandes zwischen zwei Regalbediengeräten/ Personen zu berücksichtigen. Dann lässt sich der Netto-Flächen-Bedarf eines Lagers mit folgender Formel berechnen:

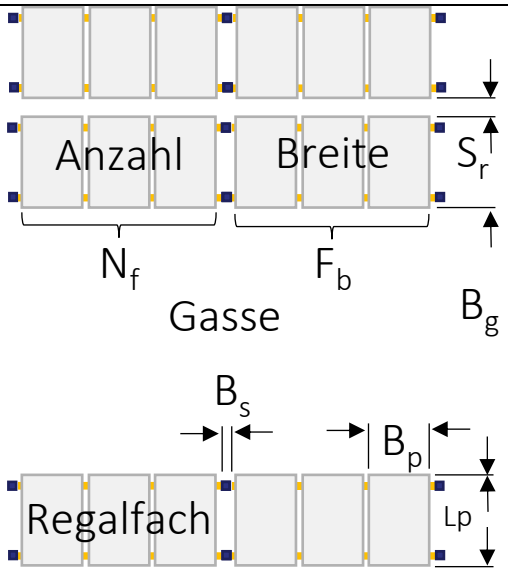
$$F_N = \frac{K}{2N_h N_f}(F_b + B_S)(2L_p + B_g + S_r)$$

[641] Vgl. (Statistisches Bundesamt Wiesbaden, 1961).

mit

F_N = Lagerfläche (Netto)
K = Kapazität
N_h = Stapelhöhe
N_f = Anzahl Paletten pro Fach
F_b = Fachbreite
B_S = Steherbreite
L_p = Länge Palette
B_g = Gassenbreite
S_r = Abstand Doppelregal

Die Skizze veranschaulicht die einzelnen Beziehungen der Parameter:



mit

F_N = Lagerfläche (Netto)
K = Kapazität
N_h = Stapelhöhe
N_f = Anzahl Paletten pro Fach
F_b = Fachbreite
B_S = Steherbreite
L_p = Länge Palette
B_g = Gassenbreite
S_r = Abstand Doppelregal

Abbildung 3-105: Skizze der Parameter

Eine Beispielrechnung mit der obigen Formel und unten aufgelisteten Parametern zeigt einen Netto-Flächenbedarf von ca. 4.700 m^2 bei einer Kapazität von 10.000 Paletten in einem Regal vor.

K = Kapazität	10.000	Einheit
N_h = Stapelhöhe	6	Ebenen
N_f = Anzahl Paletten pro Fach	3	Anzahl
S_p = Sicherheitsabstand	0,075	m
B_s = Steherbreite	0,100	m
L_P = Länge Palette	1,2	m
B_p = Breite Palette	0,8	m
B_g = Gassenbreite	3,5	m
S_r = Abstand Doppelregal	0,2	m
F_N = Lagerfläche	**4.744**	**m^2**

Tabelle 3-65: Berechnung Lagerfläche (Netto)

3.3.6.3 Zuschlag Hauptverkehrsflächen und Vorzonen

Nach empirischen Berechnungen wird ein Aufschlagsfaktor auf die Nettolagerfläche F_N von ca. 1,25 als angemessen genannt. Daraus würde sich für die Beispielrechnung eine Bruttofläche F_B für das Beispiel-Gebäude von 4.744 m^2 x 1,25 = 5.931 m^2 ergeben.

3.3.6.4 Zuschlag Büroflächen

Auf die ermittelte Bruttofläche F_B einer Logistikimmobilie werden in der Regel zusätzlich 5 % für Büro- und Sozialflächen veranschlagt. Die Flächen lassen sich oft in mehrgeschossiger Bauweise als Büroriegel in oder an das Lagergebäude integrieren, um so Flächen zu sparen. Demzufolge würde sich die Fläche in der Beispielsrechnung auf 5.931 m² x 1,05 = 6.227 m² (gerundet) erhöhen.

3.3.6.5 Zuschlag Außen- und Rangierflächen

In der Literatur[642] wird ein Zuschlag für die Außenflächen ein Faktor von 1,5 bis 2,0 benannt. Darin enthalten sind die notwendigen Feuerwehrumfahrten um das Gebäude, die Ladehoftiefen von ca. 35 m und weitere Stellflächen für wartende Lkws sowie Parkplätze für Mitarbeiter und Kunden. Für Erweiterungen notwendige Flächenreserven sind nicht berücksichtigt.

Für die Beispielrechnung würde sich jetzt ein Gesamtbedarf von 6.227 m² x (1 + 1,5) = 15.568 m² bzw. 5.775 m² x (1 + 2) = 18.681 m² (gerundet) ergeben.

3.3.6.6 Beispiel Gesamtflächenbedarf

Unter den oben aufgeführten Annahmen ergibt sich ein Gesamtflächenbedarf gemäß der folgenden Tabelle:

Anzahl Paletten pro Jahr	120.000	
Umschlagshäufigkeit	12	
Anzahl Paletten	10.000	
Stapelhöhe / Ebene im Regal	6	
Gangbreite [m]	3,5	
Lagerfläche m² (Netto)	4.744	
Zuschlag Vorzone/ Hauptwege	1,25	
Lagerfläche m² (Brutto)	5.931	
Zuschlag Büroflächen	1,05	
Gebäudefläche m² (Brutto)	6.227	
Zuschlag Grundstück	1,5	2,0
Min. Gesamtflächenbedarf m²	**15.568**	**18.681**

Tabelle 3-66: Beispielrechnung Gesamtflächenabschätzung

3.3.6.7 Gesamtflächenbedarf für den Standort Krefeld und Wesel

Anhand der in Kapitel 3.3.5 Exkurs Konsumenten-Warenbedarfsmengen ermittelten Warenströme erfolgt mittels des oben ausgeführten Rechenwegs die Ermittlung der Flächenbedarfe für Krefeld und Wesel.

	Stadt Krefeld	Kreis Wesel
Anzahl Paletten pro Jahr	623.616	1.147.656
Umschlagshäufigkeit	12	12
Anzahl Paletten	51.968	95.638
Stapelhöhe / Ebene im Regal	6	6
Gangbreite [m]	3,5	3,5
Lagerfläche m² (Netto)	24.656	45.375
Zuschlag Vorzone/ Hauptwege	1,25	1,25
Lagerfläche m² (Brutto)	30.820	56.719
Zuschlag Büroflächen	1,05	1,05
Gebäudefläche m² (Brutto)	32.361	59.555
Zuschlag Grundstück	1,5	1,5
Min. Gesamtflächenbedarf m²	**80.902**	**148.886**

Tabelle 3-67: Flächenbedarfsrechnung SPaCiH

[642] Vgl. (Holthaus, Leerkamp, & Wittenbrink, 2018).

Die Berechnungen des Flächenbedarfs stellen nur einen ersten Anhaltspunkt dar. Es wurden verschiedene Annahmen getroffen, die einer weiteren Validierung bedürfen. Die ermittelten Werte stellen daher zunächst eine Größenordnung dar, die ein SPaCiH für die Versorgung der Einwohner benötigen würde.

3.3.7 Fazit und Ableitung von Handlungsempfehlungen

Handlungsempfehlung Lastenfahrräder I:

Für den Warentransport vom Depot oder Micro-Hub zum Verbraucher kann der Einsatz von Lastenrädern bis zu einem Radius von 3 km sinnvoll sein. Mehrspurigen Lastenrädern kann aufgrund ihrer Breite nicht zugemutet werden, Radwege zu benutzen (siehe Kapitel 3.3.1.2). Hier müssen entweder zusätzliche Markierungen auf der Fahrbahn für mehr Sicherheit gegenüber Lkw und Pkw sorgen (Radfahrstreifen) oder die Fahrbahnbreite der Radwege vergrößert werden. Die Mindestbreite von 150 cm im Einrichtungsverkehr sollte auf 200 cm und im Zweirichtungsverkehr von 200 cm auf 240 cm erhöht werden.

Handlungsempfehlung Drohnen/ Multicopter II:

Für spezielle Anwendungen kann der Einsatz von Drohnen (siehe Kapitel 3.3.1.7) sinnvoll sein. Für einen flächendeckenden Einsatz gibt es in Deutschland noch viele Vorbehalte und rechtliche Regelungen. Hier ist der Gesetzgeber gefordert, Rahmenbedingungen zu schaffen, unter denen ein Einsatz möglich ist. Dazu gehört die Festlegung des Fluggebietes (nicht in der Nähe von Flughäfen), die maximale Flughöhe und die Art der Steuerung (Sichtflug zum Piloten oder GPS-gesteuertes autonomes Fliegen). Dazu gehören auch versicherungstechnische Fragen wie die Haftung im Falle einer Havarie.

Handlungsempfehlung Lieferroboter III:

Lieferroboter (siehe Kapitel 3.3.1.8) wurden von einigen Herstellern für die flurebene Belieferung entwickelt. Viele Projekte befinden sich noch in der Testphase. Ein Einsatz in Deutschland wird derzeit durch die gesetzlichen Sicherheitsanforderungen erschwert. Hier muss der Gesetzgeber ggf. nachbessern, um den Innovationssprung nicht zu behindern.

Handlungsempfehlung Routenzug IV:

Neben dem klassischen Routenzug, bestehend aus einem Zugfahrzeug und teilweise mehreren Anhängern, gibt es neue Entwicklungen, die aus teilweise autonom fahrenden Einzelfahrzeugen im Verbund bestehen (siehe Kapitel 3.3.1.9). Interessant erscheint das Konzept des Ducktrains. Hier sollten Städte Pilotprojekte initiieren, um a.) die Alltagstauglichkeit zu testen und b.) mögliche Einsparpotenziale gegenüber konventionellen Lieferfahrzeugen auszuloten. Neben der Versorgung der Bevölkerung mit Konsumgütern sind auch Anwendungsfälle in der Briefzustellung denkbar. Hier könnte der Zusteller deutlich entlastet werden, indem er den Postzustellwagen nicht mehr schieben muss, sondern dieser ihm folgt.

Handlungsempfehlung Straßenbahn V:

In zahlreichen Modellversuchen wurde versucht, die Straßenbahn (siehe Kapitel 3.3.1.10) als innerstädtisches Verkehrsmittel einzusetzen. Im Wesentlichen scheiterte dies an der Taktung und an Sicherheitsbedenken beim Mischbetrieb von Personen- und Güterverkehr. Die Idee, die Straßenbahn für die innerstädtische Erschließung zu nutzen, scheint nur dann möglich, wenn sie mit eigenen „Fahrzeugen“ auf den Trassen der Straßenbahn fährt. Die Stadtplaner sind daher aufgefordert, Schienennetze zu entwickeln, die einen Parallelbetrieb von Personen- und Güterverkehr ermöglichen, wie er aus dem Eisenbahnnetz bekannt ist.

Handlungsempfehlung Seilbahn VI:

Während sich Seilbahnen (vgl. Kapitel 3.3.1.11) im Wintersport und anderen Ausflugszielen sehr bewährt haben, finden sie im Güterverkehr nur in wenigen Fällen Anwendung (Ausnahme: Autoseilbahn Bratislava oder die zahlreichen Seilbahnen zur Versorgung von Berghütten). Da in Deutschland bisher keine Genehmigungen für Seilbahnen über bewohntem Gebiet erteilt wurden, ist hier der Gesetzgeber gefordert, durch entsprechende Gutachten zu ermitteln, unter welchen Voraussetzungen ein Betrieb zur Versorgung von Städten möglich ist.

Handlungsempfehlung alternative Antriebsformen bei Nutzfahrzeugen VII:

Nutzfahrzeuge (siehe Kapitel 3.3.1.12ff) können mit verschiedenen Energieträgern angetrieben werden. Neben den Klassikern Benzin und Diesel setzen sich zunehmend der Gasantrieb und der Elektroantrieb durch. Während beim Gasantrieb eine direkte Energieumwandlung erfolgt, gibt es beim Elektroantrieb die Möglichkeit, über eine Batterie oder einen Stromabnehmer vor Ort zu fahren oder über einen Wasserstofftank, der die Energie in Strom umwandelt. Um in Zukunft emissionsärmer transportieren zu können, sind entsprechende Ladestationen notwendig.

Derzeit gibt es in Deutschland ein Tankstellennetz mit ca. 14.000 Stationen, Tendenz sinkend. Die Zahl der Gastankstellen wird mit 6.000 angegeben. Es gibt ca. 76.561 E-Ladestationen. H2-Stationen gibt es bis Ende 2022 nur 91 (in ganz Europa nur 161!).

Wenn also die Energiewende gelingen soll, müssen massiv mehr Ladestellen für die ca. 840.000 reinen E-Fahrzeuge geschaffen werden und exponentiell mehr Tankstellen für H2, da diese derzeit mit 2-stelligen Zuwachsraten unterwegs sind.

Handlungsempfehlung Schiffen VIII:

Die Schiffsflotte in Deutschland ist stark überaltert (siehe Kapitel 3.3.1.16). Dementsprechend werden die Schiffe mit Schiffsdiesel mit hohen CO_2-Emissionen betrieben. Inzwischen fahren einige Schiffe mit Wasserstoff oder LNG. Dieser Trend muss vom Gesetzgeber durch flankierende Maßnahmen (Steuererleichterungen, Subventionen) stärker gegen das finanzielle Risiko abgefedert werden. Auch bei der Be- und Entladetechnik gibt es inzwischen Alternativen, die durch weitere Forschungsarbeiten für den Praxisbetrieb untersucht werden müssen.

Handlungsempfehlung Tunnelsysteme IX:

Tunnelsysteme (siehe Kapitel 3.3.1.17) sind in der Regel aus dem U-Bahnbereich bekannt und haben dort als autarkes System mit hoher Transportleistung auch ihre uneingeschränkte Berechtigung. Im Güterverkehr werden sie bisher als visionäre Konzepte dargestellt. Im Ruhrgebiet mit seinen extremen Erfahrungen aus dem Bergbau könnten viele Konzeptideen auch umgesetzt werden. Hier fehlen konkrete Masterpläne und Wirtschaftlichkeitsberechnungen, wie sie derzeit in der Schweiz vorangetrieben werden.

Handlungsempfehlung Horizontale Umschlagstechnik X:

Für die Verknüpfung von Straße und Schiene gibt es inzwischen verschiedene technische Konzepte (siehe Kapitel 3.3.2.2). Diese sollten bei der Planung neuer Gleisanlagen und Umschlagplätze verstärkt untersucht und validiert werden. Damit könnte ein wesentlicher Beitrag zur Verlagerung von Lkw auf die Schiene geleistet werden.

Handlungsempfehlung Packstation XI:

Die Kundenakzeptanz der Packstationen (siehe Kapitel 3.3.4.1) kann als Erfolg gewertet werden. Die von DHL propagierte CO_2-Einsparung sollte zu einem flächendeckenden Ausbau führen. Die Städte und Gemeinden sind aufgefordert, die baurechtlichen Anforderungen so anzupassen, dass ein wirtschaftlicher Kompromiss für alle Beteiligten gefunden wird.

Handlungsempfehlung Paketbox XII:

Paketboxen (siehe Kapitel 3.3.4.2) können insbesondere im ländlichen Raum eine Unterstützung bei der Zustellung von Waren darstellen. So können Mehrfachfahrten zum Kunden und damit Verkehr vermieden werden. Die teilweise hohen Anschaffungs- und Installationskosten sollten durch Förderungen reduziert werden.

Handlungsempfehlung Ladezone XIII:

In dicht besiedelten Wohn- und Gewerbegebieten wird aus Mangel an freien Parkplätzen häufig in zweiter Reihe geparkt. Dies behindert nicht nur den fließenden Verkehr, sondern erhöht auch die Unfallgefahr. Städte sind gut beraten, Ladezonen (siehe Kapitel 3.3.4.4) mit gekennzeichneten Flächen zum Be- und Entladen einzurichten.

Handlungsempfehlung Mikro-Depot Mobil XIV:

Eine Alternative zu stationären Mikro-Depots sind mobile Mikro-Depots (siehe Kapitel 3.3.4.6.1). Die dafür notwendigen Flächen müssen von den Städten definiert und ausgewiesen werden. Die Flächen könnten durch Vermietung zur Verfügung gestellt werden.

Handlungsempfehlung Mikro-Depot stationär XV:

Eine Entlastung der Lieferverkehre ist durch die Einrichtung von Mikro-Hubs möglich. In den zentral gelegenen Hubs (siehe Kapitel 3.3.4.6.2) werden die Güter umgeschlagen und/ oder zwischengepuffert. Die Feinverteilung kann dann wieder mit alternativen Verkehrsmitteln der Last-Mile-Technik erfolgen. Die Flächen und Räumlichkeiten müssen von den Städten und Gemeinden zur Verfügung gestellt werden.

4 Untersuchung der Güterströme in der Pilotregion NRW

4.1 Güterströme in der Pilotregion

Zu Beginn dieses Kapitels wird der Anwendungsbereich für die folgende Analyse der Transportströme beschrieben. Der Fokus liegt dabei auf der Region NRW und den Pilotstandorten Krefeld und Wesel.

4.1.1 Anwendungsbereich

Der Anwendungsbereich konzentriert sich im Rahmen der Güterstromanalyse auf die relevanten Transportparameter, die Art der transportierten Güter, das Clustering des Raumes und die Güterverkehrsebenen.

4.1.1.1 Transportparameter

Im Rahmen der folgenden Güterstromanalyse wurden die folgenden Hauptparameter definiert:

- **Das Transportaufkommen** in Tonnen (t), welches den transportierten Gütermengen entspricht.
- **Die Transportleistung** in Tonnenkilometer (tkm), welche die mit der Tonnage zurückgelegten Transportentfernungen beschreibt.

Die beschaffte Datengrundlage zur Anfertigung dieser Analyse basiert im Wesentlichen auf diesen Parametern. Zur Datenanalyse wurde die Verflechtungsprognose 2030 des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) zu Grunde gelegt.[643] Die verarbeiteten Informationen beinhalten Aussagen über Transportaufkommen und Transportleistung und stellen Primärdaten dar. Die Daten wurden vom Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) zur Verfügung gestellt, ausgewertet und verifiziert. Die Datenbasis bezieht sich sowohl auf das in der Verflechtungsprognose festgelegte Basisjahr 2010, als auch auf das Prognosejahr 2030. Grundsätzlich beinhalten die Daten, bezogen auf das Verkehrsmittel Lkw, ausschließlich Transporte mit mehr als 3,5 t Nutzlast. Eine Lieferkette in der Verflechtungsprognose wird in Vorlauf, Hauptlauf und Nachlauf unterteilt (siehe Abbildung 4-1)

Abbildung 4-1: Logik einer Lieferkette in der Verflechtungsprognose, eigene Darstellung

Des Weiteren wurden Daten und Ergebnisse aus externen Analysen für die eigene Güterstromanalyse genutzt Sie bilden die Sekundärdaten für die Güterstromanalyse. Beispielsweise werten das Bundesamt für Güterverkehr (BAG) und das Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) kontinuierlich Transportaufkommen und -leistungen unterschiedlicher Verkehrsträger aus. Diese Daten sind teilweise aktueller als die Primärdaten der Verflechtungsprognose und können etwa die Auswirkungen der Corona-Pandemie auf den Güterverkehr beschreiben. Zudem dienen Ergebnisse weiterer (Forschungs-)Projekte der Plausibilitätsprüfung eigener Datenanalysen. Somit wurden beispielsweise die Auswertungen der Verflechtungsprognose mit Daten des Dokuments *Verkehr in Zahlen 2020/2021* (49. Jahrgang)[644] verglichen.

Abbildung 4-2 zeigt zur Veranschaulichung einen Vergleich des Verkehrsaufkommens der Verkehrsträger Schiene und Wasserstraße (Ist-Situation und Prognose). Abbildung 4-3 beschreibt die Abweichung des Aufkommens im Straßengüterverkehr.

[643] (BMVI, 2014).
[644] (BMVI, 2021).

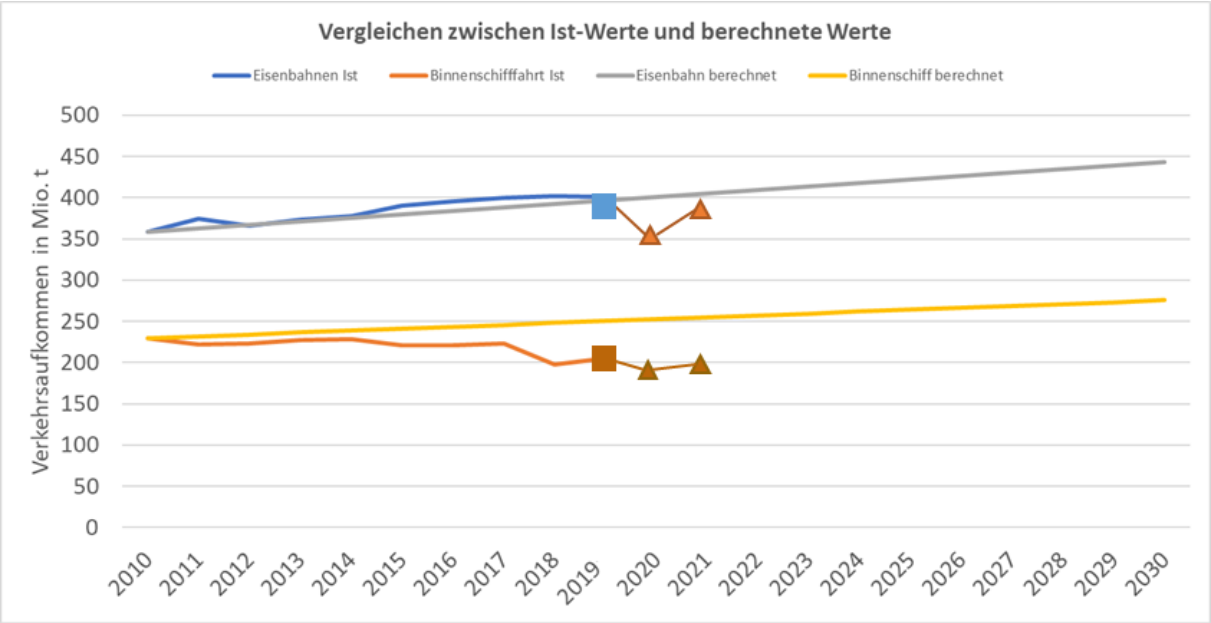


Abbildung 4-2: Verkehrsaufkommen bei Bahn und Binnenschiff: Vergleich zwischen Ist-Werten (Verkehr in Zahlen) und prognostizierten Werte (Verflechtungsprognose), eigene Darstellung

Die Vergangenheitswerte des Güterverkehrs über die Schiene korrespondieren im Vergleich zu den eigenen Prognosewerten gemäß Verflechtungsmatrix bis auf geringe Abweichungen nach oben miteinander (vgl. Abbildung 4-2 oben). Beim Verkehrsträger Wasserstraße ist das prognostizierte Aufkommen höher als das dann tatsächlich eingetretene (vgl. Abbildung 4-2 unten). Der Grund der Abweichung ist das Niedrigwasser des Rheins und von weiteren Flüssen. Aufgrund von geringem Niederschlag zwischen den Monaten Februar und November 2018 kam es zu einem außergewöhnlich niedrigen Wasserstand im Rheingebiet, sodass die Binnenschifffahrt weniger Ladung als gewöhnlich fassen konnte.

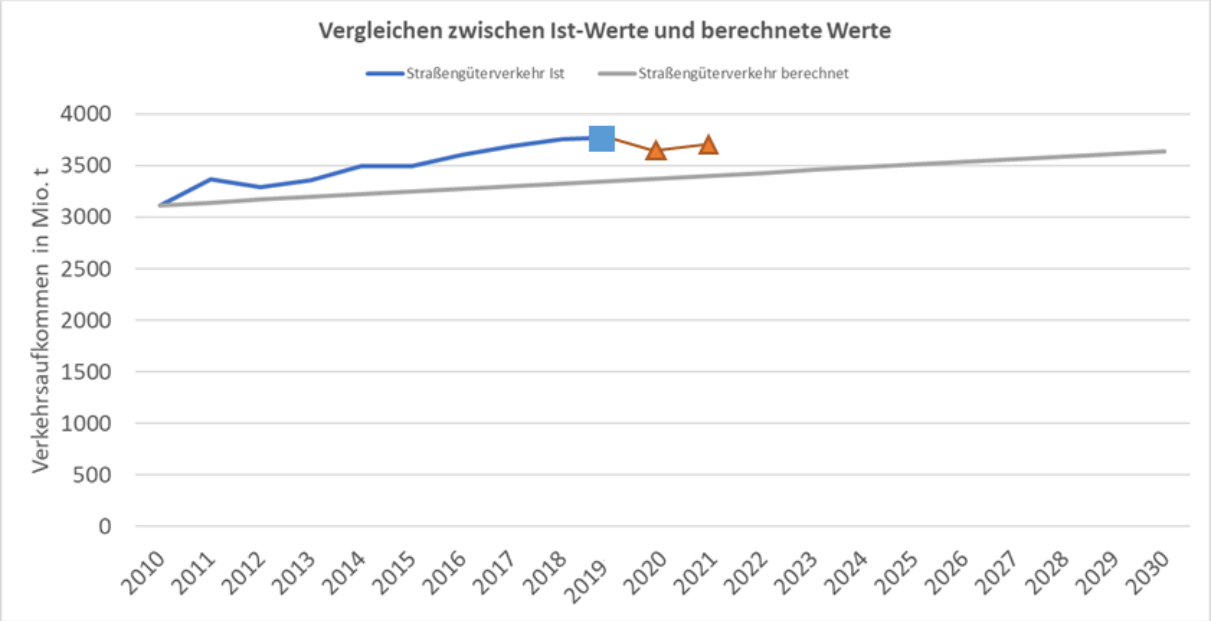


Abbildung 4-3: Verkehrsaufkommen im Straßengüterverkehr: Vergleich zwischen Ist-Werten (Verkehr in Zahlen) und prognostizierten Werte (Verflechtungsprognose), eigene Darstellung

Der Vergleich zwischen der realen Vergangenheit und den Prognosewerten der hochgerechneten Verflechtungsprognose im Straßengüterverkehr zeigt ebenfalls starke Abweichungen. Hier zeigt sich im Gegensatz zur Binnenschifffahrt jedoch eine klare Abweichung nach oben. (vgl. Abbildung 4-3)

4.1.1.2 Güterarten – Güternomenklaturen NST2007

Güter lassen sich standardisiert nach verschiedenen Güterarten kategorisieren. Zur Untergliederung des Güterverkehrsaufkommens nach Güterarten wird die Nomenklatur NST2007 verwendet. Dieses einheitliche Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik berücksichtigt die Wirtschaftsaktivitäten, aus denen die Güter hervorgegangen sind.[645] Die Güterarten bestehen auf erster Ebene aus 20 Güter-Abteilungen. Auf zweiter Ebene werden die Güter-Abteilungen in weitere Gruppen untergliedert. Die herangezogenen Primärdaten und diverse Sekundäranalysen nutzen ebenfalls diese Güterabteilungen nach NST2007 (vgl. Anhang 8.7.1).

4.1.1.3 Untersuchungsräumliche Bezugseinheit (NUTS-Regionen)

Grundlage der SPaCiH-Untersuchungen ist die Unterteilung des gesamten Untersuchungsraums in Teilregionen. Innerhalb von Deutschland ist dies z.B. mit den administrativen Einheiten „Kreis“ bzw. „kreisfreie Stadt“ möglich. Dies wird nach der Systematik zur eindeutigen Identifizierung und Klassifizierung der räumlichen Bezugseinheiten der amtlichen Statistik in den Mitgliedsstaaten der EU vorgenommen. Diese Einordnung ermöglicht ebenfalls den grenzüberschreitenden statistischen Vergleich von EU-Regionen. Die räumlichen Bezugseinheiten werden als NUTS[646]-Regionen bezeichnet und folgendermaßen unterteilt:

- NUTS0: Nationalstaaten
- NUTS1: größere Regionen/ Landesteile
- NUTS2: mittelgroße Regionen, Millionenstädte
- NUTS3: kleinere Regionen, teils schon Großstädte

Im Projekt wurden Analysen so detailgenau umgesetzt (wie es die Daten ermöglichen). Innerhalb der Grenzen Deutschlands wurden die Ursprungsdaten auf NUTS3-Ebene verarbeitet. Auf europäischer Ebene wird die NUTS0-Unterteilung für Nationalstaaten herangezogen.

4.1.1.4 Distributionsebenen im Güterverkehr

Die Betrachtung der Güterströme lässt sich für SPaCiH idealerweise in vier Distributionsebenen unterteilen. Jede Ebene ist ein eigenes System, verfügt jedoch über Schnittstellen, die die darunter oder darüber liegende Ebene einbeziehen kann.[647] Tabelle 4-1 beschreibt die Eigenschaften der unterschiedlichen Güterverkehrsebenen in tabellarischer Form.

Im Allgemeinen durchlaufen die folgenden Flüsse alle Distributionsebenen:

- Informationsfluss
- Personenfluss
- Güterfluss
- Energiefluss

[645] Vgl. (Stock & Bernecker, 2014, S. 13ff.).

[646] NUTS ist die Abkürzung für *Nomenclature des unités territoriales statistiques* und bezeichnet eine hierarchische Systematik zur eindeutigen Identifizierung und Klassifizierung der räumlichen Bezugseinheiten der amtlichen Statistik in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union.

[647] Vgl. (de Leeuw, Ecker, & Hladny, 2014).

Weitere Lieferarten, die sich speziellen Güterverkehrsebenen zuordnen lassen, werden in Tabelle 4-1 (letzte Spalte) sichtbar.

Güterverkehrs-ebene	Region	Schnittstelle	Infrastruktur	Verkehrsmittel	Lieferart
Mikro-bewegungen	innerhalb eines Stadtzentrums/ Quartiers	Mikro-Depots, Abhol- oder Abgabeboxen, Geschäfte & Betriebe	städtisches Straßennetz, Geschäftslokale, private Keller und Erdgeschosse zur Lagerung, öffentliche Plätze etc.	Fahrräder, Fußgänger, mechanische Anlagen	Lieferverkehre Handelsketten, Individuelle Stückgüter, KEP-Lieferungen, Reverse Logistics
Urbane Bewegungen	innerhalb einer Stadt	City-Hubs	Städtisches Straßennetz, U-Bahn-Netz, Fördersysteme	Lkw, kleine Lkw, (KEP-) Transporter, E-Fahrzeuge etc.	Lieferverkehre Handelsketten, Individuelle Stückgüter, KEP-Lieferungen, Reverse Logistics
Regionale Bewegungen	angrenzende Städte, Bundesland (NRW)	Distributions-zentren, Lagerhallen, Shuttleverkehre	Autobahnen, Landstraßen, städtisches Straßen- und Schienennetz, (Bahn-) Shuttleverkehr	Lkw, kleine Lkw, (KEP-) Transporter	Konsumgüter, Industriegüter/ Investitionsgüter
Überregionale Bewegungen	Stadt, Land, Kontinent	Binnenhafen-terminals, Bahnterminals, Distributions-zentren, Lagerhallen, Bahnterminals, GVZ	Autobahnen, Landstraßen, Güterbahnhöfe, Binnenhäfen, Seehäfen, Gleisnetz, Wasserwege	Waggons, Lkw, Binnenschiffe, Flugzeuge	Konsumgüter, Industriegüter/ Investitionsgüter

Tabelle 4-1: Verkehrsebenen der Güterströme[648]

Das SPaCiH-Netzwerk fungiert in einer Übermittlungsfunktion von Gütern und (digitalen) Informationen zwischen den Ebenen. In den folgenden Kapiteln werden die Ebenen im Detail beschrieben.

4.1.1.4.1 Mikrobewegungen

Mikrobewegungen (auch Quartiersbewegungen genannt) sind Güterströme, die innerhalb einer Innenstadt fließen. Alternative Verkehrsträger sind relevant, wenn Güterverkehre durch U-Bahnen, also über den Verkehrsträger Schiene, innerhalb einer Stadt durchgeführt werden. Verkehre auf der Wasserstraße sind im Untersuchungsgebiet auf der Ebene der Mikrobewegungen nicht relevant. Außerhalb vom SPaCiH-Betrachtungsgebiet, wie in Amsterdam, Berlin oder Venedig, stellen Güterverkehre auf innerstädtischen Kanälen eine Möglichkeit für Mikrobewegungen dar.

Als verkehrsrelevante Schnittstellen können Mikro-Depots (auch als Mikro-Hubs bezeichnet – vgl. Kapitel 3.3.4.6) eingesetzt werden. Diese verbinden die Ebene der Mikrobewegungen mit einer höheren Güterverkehrsebene (vgl. Tabelle 4-1). In der Regel werden hier kleine Sendungen, wie Päckchen, Pakete bis hin zu Stückgut-Sendungen umgeschlagen. Mikro-Depots werden von Paketdienstleistern genutzt, um ihre Sendungen zu bündeln und zu Fuß oder mit Lastenrädern auszuliefern, wobei es sich dabei häufig (noch) um Pilotprojekte handelt. Ein in der Praxis etabliertes Sendungsbündelungskonzept (White-Label-Belieferung) zwischen den großen KEP-Dienstleistern (z.B. DPD, DHL, UPS, Hermes) existiert in Deutschland bisher nicht.

[648] In Anlehnung an (Stock & Bernecker, 2014, S. 13ff.).

Mikrobewegungen sind nicht NUTS-relevant (vgl. Kapitel 4.1.1.3), da sich die geringstmögliche NUTS-Bewegung (NUTS 3) auf kleine Regionen, teils schon Großstädte, bezieht.

4.1.1.4.2 Urbane Bewegungen

Urbane Bewegungen sind Güterbewegungen innerhalb einer Stadt. Auch wenn die Verkehrsträger Schiene und Wasserstraße auf dieser Ebene eine untergeordnete Rolle spielen, befinden sich Seehäfen, Binnenhäfen und/ oder Bahnumschlagsterminals häufig in Stadtnähe. Vor- und Nachläufe des Kombinierten Verkehrs werden im urbanen Raum durchgeführt und verlaufen nicht selten über hochfrequentierte Straßen der Innenstädte. Die Umschlagsterminals dieser großen Logistikknoten stellen u.a. die Schnittstelle zu den darüber liegenden Ebenen dar (siehe Tabelle 4-1).

Weitere relevante Schnittstellen für den Umschlag innerhalb der Stadtgrenzen sind urbane City-Hubs (vgl. Kapitel 3.3.4.7), welche den urbanen Raum ebenfalls mit der darüber- und darunterliegenden Ebene verbinden. Neben der Straßeninfrastruktur kann ein innerstädtisches Schienennetz (z.B. U-Bahn, vgl. Kapitel 3.3.1.10) oder weitere Fördersysteme (vgl. Kapitel 3.3.1.11) genutzt werden. In der Regel dienen als Transportmittel kleine Lkw <3,5 t, (KEP-)Transporter oder Lastenräder. Ein SPaCiH kann die Verkehrsmittel Straße/ Schiene mit Transportern oder Lastenrädern in Supply Chains direkt miteinander verknüpfen, um die Stadt oder den angrenzenden ländlichen Raum zu versorgen.

4.1.1.4.3 Regionale Bewegungen

Regionale Bewegungen betreffen den Güterverkehr zwischen einer Stadt und angrenzenden Städten und/ oder Gemeinden. Im Rahmen der NUTS-Klassifikationen betrifft dies die NUTS3-Regionen (vgl. Kapitel 4.1.1.3). Als Schnittstelle zu unter- und übergeordneten Ebenen dienen häufig Umschlagshallen, die von Händlern oder kleinen Produzenten (z.B. Supermärkte, Baumärkte, Textilmärkte) betrieben werden. Diese werden ebenfalls für den Umschlag zu weiteren Distributionsebenen genutzt. Ein SPaCiH kann in Teilen diese, von Händlern betriebenen Schnittstellen konsolidieren und übergreifende Serviceprozesse installieren (vgl. Kapitel 2.2.2).

Der Verkehrsträger Schiene kann auf kurzen Strecken zwischen angrenzenden Städten eine Rolle spielen. So könnten städteübergreifende U-Bahnen für den Güterverkehr eingesetzt werden. Außerdem können regionale Personen- oder Güterzüge (oder eine Kombination aus beiden) genutzt werden, um Güter zwischen benachbarten Städten auszutauschen.

Die Wasserstraße kommt beim regionalen Güteraustausch bisher nur selten zum Einsatz. In Ballungsregionen, wie NRW mit seinen vielzähligen Binnenhäfen entlang des Rheins, ist diese Art des Güteraustauschs theoretisch möglich, jedoch bisher nicht wirtschaftlich umsetzbar. Beispielsweise könnte ein großvolumiger Güteraustausch zwischen Krefeld (also Pilotstadt) und den angrenzenden Städten Neuss, Düsseldorf oder Duisburg per Wasserstraße stattfinden, wenn im Einzelfall die Rahmenbedingungen stimmen. Hier spielen bisher weniger die Güter des täglichen Bedarfs eine Rolle, sondern größere Industrielieferungen. Hierzu soll im Rahmen des Forschungsvorhabens überprüft werden, ob auch Ansätze gefunden werden können den Konsumbedarf der Einwohner per Schiff zu den SPaCiH-Standorten zu bringen (vgl. Kapitel 3.3.5).

Die Straße dient auf dieser Distributionsebene als Hauptverkehrsträger. Sowohl große als auch kleine Lkw und Transporter können sinnvoll für den Gütertransport eingesetzt werden.

Exkurs: Bahn-Shuttleverkehre

Auf dem Schienennetz können kurze Shuttleverkehre zwischen einer Stadt und angrenzenden Städten und/ oder Gemeinden wirtschaftlich eingesetzt werden. Dies beweist das Satellitenterminal der CTS Köln. Es verbindet die Industrie im Chemiepark Knapsack per Container-Shuttle-Zug mit dem Niehler

Hafen, die ca. 20 km Luftlinie voneinander entfernt sind. Hier pendeln täglich Züge zwischen den Terminals.[649]

Eine Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsprüfung von Bahn-Shuttle Strecken im Rheinland ergab, dass für ausgewählte Strecken im Hinterland der Binnenhäfen Köln und Neuss eine Nachfrage nach Bahn-Shuttle-Verkehren mit Containern besteht. Ein wirtschaftlicher Betrieb unter bestimmten Voraussetzungen ist möglich. Hierbei gilt es, das Verlagerungspotenzial für eine identifizierte Praxisumsetzung näher zu beleuchten, insbesondere in Bezug auf die zeitlichen Anforderungen der Verlader. Abfahrtszyklen sollten nach einer Umfrage mindestens dreimal wöchentlich gewährleistet werden. Paarigkeit bzw. Unpaarigkeit der Voll- und Leercontainerfahrten sind ebenfalls wichtige Kriterien, die neben weiteren Faktoren zur Beurteilung von Shuttle-Verkehren herangezogen werden müssen. Insbesondere die Einrichtung eines Leercontainerdepots wird als Ansatzpunkt gesehen, Shuttle-Verkehre per Bahn wettbewerbsfähig und wirtschaftlich zu gestalten.[650]

Vor diesem Hintergrund kann eine Shuttle-Verbindung, wie die zwischen dem Container-Terminal in Köln und dem Chemiepark in Knapsack, derzeit als Ausnahme gewertet werden. Der Grund dafür ist insbesondere der Wettbewerbsvorteil des Lkw gegenüber der Güterbahn. Im Fokus stehen dabei der Transportpreis sowie die Flexibilität des Lkw. Bevor sich Bahnshuttleverkehre generell lohnen, müssen sich entweder die Kosten des reinen Lkw-Transportes pro Container gegenüber dem des Bahntransports erhöhen oder weitere Wettbewerbsfaktoren wie z.B. die Internalisierung von externen Kosten (z.B. CO_2-Emissionen) an Relevanz gewinnen.

Für ein SPaCiH-Netz als Vorreiter einer nachhaltigen Verkehrspolitik spielen diese kurzen Shuttleverkehre besonders dann eine Rolle, wenn externe Kosten, die die Umwelt belasten, wie z.B. CO_2-Emissionen, in die Preiskalkulation der Verkehrsträger einkalkuliert werden müssen.

4.1.1.4.4 Überregionale Bewegungen

Überregionale Bewegungen betreffen Güterverkehre zwischen einer Stadt und der gesamten Bundesrepublik Deutschland sowie Europa. Im Rahmen der NUTS-Klassifikationen betrifft dies die NUTS3 bis NUTS0-Regionen (vgl. Kapitel 4.1.1.3). Auch wenn auf dieser Ebene der Großteil der Ware immer noch im Direktverkehr transportiert wird, kommen Umschlagsanlagen für den Güterumschlag über mehrere Verkehrsträger zum Einsatz. Der Kombinierte Verkehr, bei den mindestens zwei unterschiedlichen Verkehrsträgern (Straße, Schiene, Wasser oder Luft) eingesetzt werden, bietet Vorteile, insbesondere auf langen Distanzen. Bei diesem verbleibt das Transportgut während des gesamten Transports in derselben Transporteinheit (z.B. Container, Lkw-Auflieger oder Wechselbrücke). Der Vor- und Nachlauf wird in der Regel per Lkw durchgeführt. Der Hauptlauf erfolgt in der Regel per Bahn oder Binnenschiff.

Binnenhäfen, Bahnumschlagsterminals, Güterverkehrszentren (GVZ) und potenzielle SPaCiHs dienen als Schnittstellen für den Einsatz multimodaler Verkehrsträger. Bei Wechsel von Transporteinheiten im Kombinierten Verkehr kommen Flurförderzeuge zum Einsatz. Dazu zählen beispielsweise Umschlagsbrücken oder Reachstacker (vgl. Kapitel 3.3.2).

Break-Even-Point: Straße – Kombinierter Verkehr

Eine Aussage über den Break-Even-Point im Kostenvergleich zwischen Straßenverkehr und Kombiniertem Verkehr kann aufgrund der vielen Abhängigkeiten nur vage getroffen werden. Relevante

[649] Vgl. (Mainzer, 2009, S. 5).
[650] Vgl. (PLANCO Consulting GmbH, 2019).

Quellen nennen eine Distanz von 500 km.[651] Andere relevante Quellen sprechen auch von 300 km.[652] Entscheidungen sind in diesem Kontext im Einzelfall nach spezifischen Analysen zu treffen. Auf Europa bezogen sind die KV-relevanten Transportdistanzen tendenziell höher als 300-500 km, was für ein hohes Verlagerungspotenzial spricht. Jedoch können Engpässe und Beschränkungen aufgrund von Ländergrenzen eine Rolle spielen. So ist das spanische Schienensystem breiter ausgelegt als das anderer europäischer Staaten, sodass für die Grenzüberschreitung ein zusätzlicher Umschlag notwendig ist.[653]

Im Seehafenhinterlandverkehr entfällt häufig der Vorlauf, da der Container direkt vom Seeschiff auf die Bahn oder das Binnenschiff geladen werden kann. Dies geschieht direkt im Seehafenterminal. Der Seehafen als „Tor zur Welt" dient als Schnittstelle für den globalen Güteraustausch, welcher für diese Untersuchung über die Schnittstelle Seehafen hinaus nicht weiter betrachtet wird.

Als weitere Schnittstellen kommen für den überregionalen Verkehr Distributionszentren, die häufig von Logistikdienstleistern betrieben werden, zum Einsatz. Logistikdienstleister sehen Transport, Umschlag und Lagerung (und weitere Services) als ihr Kerngeschäft an.

4.1.2 Die SPaCiH-Güterstrommatrix

Die SPaCiH-Güterstrommatrix dient der strukturierten Übersicht der Verkehrsbeziehungen und wurde aus den Primär- und Sekundärdaten angefertigt. Die aufgeführten Güterverkehre beziehen sich auf die Städte Krefeld und Wesel als Quellen und Senken oder Transitstädte. Die SPaCiH-Güterstrommatrix soll als Von-Nach-Matrix verstanden werden.

Güter-verkehrs-ebene		**Mikro-bewe-gungen**	**Urbane Bewegungen**		**Regionale Bewegungen**		**Überregionale Bewegungen**			**Transit**
	Gebiete	Quartier	Stadt	Binnen-hafen	Region + Seiden-straße	NRW	See-hafen	DE (ohne NRW)	Europa	Transit NRW
Mikro-bewegung	Quartier	***Straße*** ***Schiene*** ***Wasser***								
Urbane Bewegungen	Stadt									
	Binnen-hafen									
Regionale Bewegungen	Region (+Seiden straße)									
	NRW									
Über-regionale Bewegungen	See-hafen									
	DE (ohne NRW)									
	Europa									
	Gebiete	Quartier	Stadt	Binnen-hafen	Region + Seiden-straße	NRW	See-hafen	DE (ohne NRW)	Europa	Transit NRW
Transit	Transit NRW									

Tabelle 4-2: Die SPaCiH-Güterstrommatrix

[651] Vgl. (Müller & Klaus, 2009).
[652] Vgl. (Allianz pro Schiene e.V., 2023)
[653] Das spanische Schienennetz hat eine Spurbreite von 1,676 m, im Gegensatz zu Europa mit einer Spurbreite von 1,435 m. Da Spanien Subventionen von der EU erhält, wird das Schienennetz sukzessive umgebaut.

Die Transportmengenströme eines jeden geographischen Gebietes können hier abgebildet werden. Die Güterverkehrsebenen aus Kapitel 4.1.1.4 stellen die äußere Beziehungsebene der Matrix dar. Diesen werden nochmal feingliedrige Gebiete zugeordnet. Innerhalb einer Von-Nach-Zelle werden die Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasserstraße abgebildet (vgl. Tabelle 4-2).

Für die Befüllung der Güterstrommatrix wurden die Daten der Verflechtungsprognose 2030 für die Städte Krefeld und Wesel als aussagekräftig bewertet. Innerhalb Deutschlands war diese Analyse auf den NUTS-Ebenen 1-3 möglich (vgl. Kapitel 4.1.1.3). Auf Länderebene (Europa) erfolgten die Untersuchungen auf NUTS0-Ebene. Da im Projekt SPaCiH ein Zukunftskonzept erarbeitet wurde, wurden die Prognosedaten für die Güterverkehrsanalysen für das Jahr 2030 zugrunde gelegt. In den Anhängen 8.7.5 bis 8.7.7 werden die Ergebnisse im Rahmen der Güterstrommatrizen im Detail dargestellt.

Aus dem gesamten Datenbestand der Verflechtungsprognose wurden Teilanalysen, jeweils für die Stadt Krefeld und den Kreis Wesel, mit Schwerpunkt auf die Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasser durchgeführt. Im folgenden Kapitel werden die grundlegenden Ergebnisse vorgestellt.

4.1.2.1 Transportströme nach Güterklassen

Aus der Verflechtungsprognose lassen sich die transportierten Güterklassen von und nach Krefeld bzw. Wesel aufschlüsseln. In den Anhängen 8.7.2 bis 8.7.4 werden die prognostizierten Transportvolumen für die Hauptläufe (HL) Krefeld, Wesel und beide Standorte in Summe für das Jahr 2030 aufgeführt.

In den folgenden beiden Kapiteln werden die Güterklassen aufgezeigt, die je Verkehrsträger in Summe (von und nach) mit den größten Volumina transportiert werden. Bei einem visuellen Vergleich der folgenden Diagramme ist zu beachten, dass die x-Achsen für Krefeld und Wesel unterschiedliche Skalierungswerte besitzen.

4.1.2.1.1 Güterklassen Krefeld

In Krefeld zeigt sich eine hohe Transport-Tonnage der Güterklasse *Steine, Erden und sonstige Bergbauerzeugnisse*, welche nahezu vollständig per Lkw befördert werden. Weitere, für den Krefelder Lkw-Verkehr wesentliche Güterklassen sind *Sekundärrohstoffe und Abfälle* (Rang 2), sowie *Nahrungs- und Genussmittel* (Rang 3) (vgl. Abbildung 4-4). Die Güterklasse *Holz, Kork, Papier, Pappe, Druckerzeugnisse* wird, anders als in Wesel, hauptsächlich über die Straße transportiert (vgl. Anhänge 8.7.2 bis 8.7.4). In Wesel wird für diese Güterart die Schiene bevorzugt.

Lediglich drei von 24 Güterklassen machen 80 % des Transportaufkommens per Schiene von und nach Krefeld aus (vgl. Anhang 8.7.4). *Metalle und Halbzeug* liegen auf dem ersten Rang, wobei anzumerken ist, dass eine weitaus höhere Tonnage dieser Güterklasse per Lkw transportiert wird. Im Vergleich zum Lkw und zur Wasserstraße wird die Schiene in Bezug auf die Gesamttonnage über alle Güterklassen hinweg am wenigsten genutzt.

Die Wasserstraße liegt im Verkehrsträgervergleich in Krefeld in Bezug auf die beförderte Tonnage auf Rang 2. Hier dominieren die *Chemischen Erzeugnisse,* gefolgt von *Land- und forstwirtschaftlichen Erzeugnissen*.

In der Gesamtbetrachtung über alle Verkehrsträger hinweg liegen die *Chemischen Erzeugnisse* auf Rang 1. Diese Güterart tangiert jeden Verkehrsträger in hohem Maße. Beim Lkw liegen die *Chemischen Erzeugnisse* „nur“ auf Position 4, machen jedoch quantitativ deutlich mehr Tonnage aus als auf Schiene und Wasserstraße. Dies ist in den Anhängen 8.7.2 bis 8.7.4 ersichtlich. *Steine, Erden und sonstige Bergbauerzeugnisse* (Rang 2) sowie *Sekundärrohstoffe und Abfälle* (Rang 3) sind des Weiteren die vorherrschenden Güterklassen für die Gesamtbetrachtung in Summe (vgl. Abbildung 4-4).

Fragen, die über diese Analyse hinausgestellt werden sollten:

- Welche Güterarten werden per Lkw durch die Innenstadt befördert?
- Welche Güterarten werden im Binnenhafen umgeschlagen und welche lassen sich im Binnenhafen umschlagen bzw. über multimodale Transportwege abwickeln?
- Aus welchen Gründen werden die jeweiligen Güter über die Straße und nicht über die Schiene oder die Wasserstraße abgewickelt?

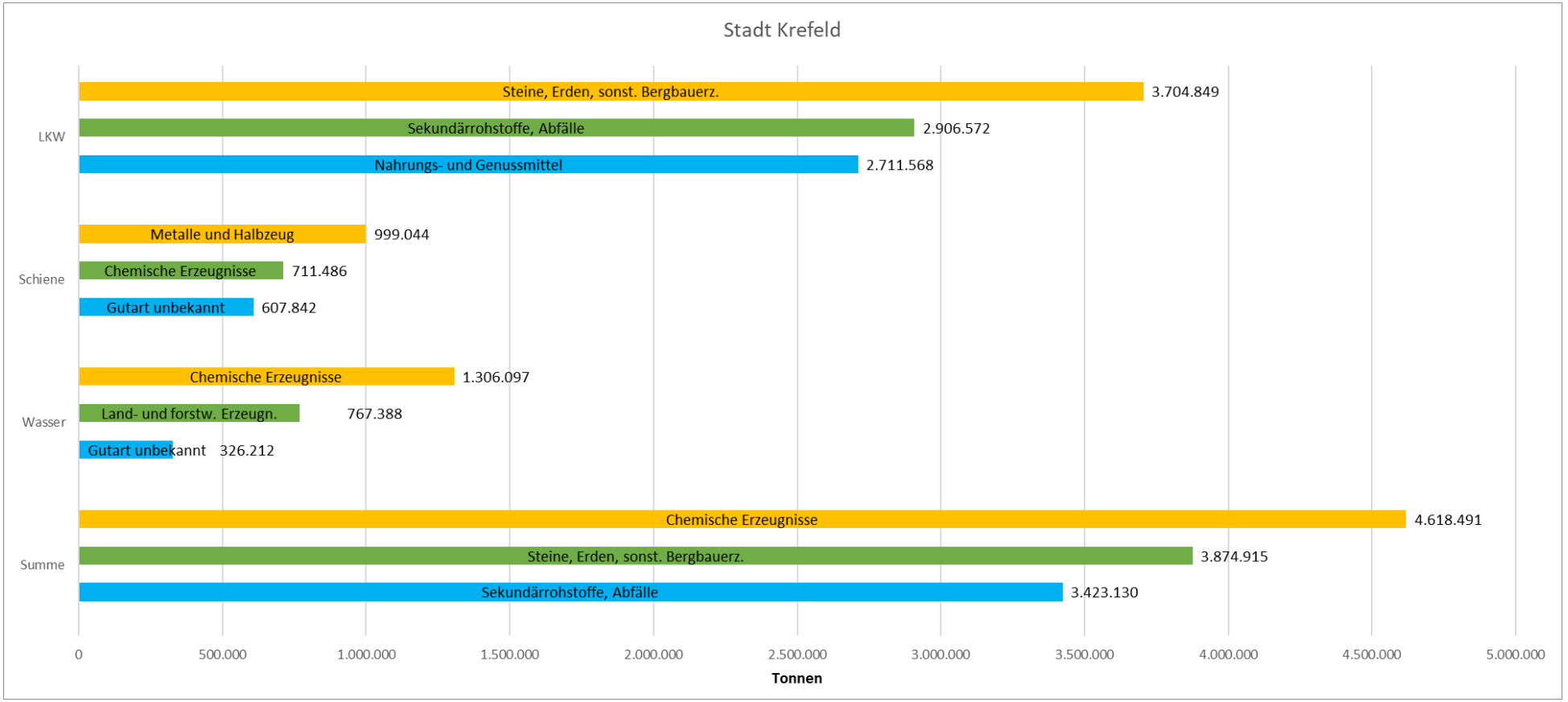


Abbildung 4-4: Vorrangige Güterklassen je Verkehrsträger (Plätze 1 bis 3) und in Summe - Stadt Krefeld

4.1.2.1.2 Güterklassen Wesel

In Wesel dominieren die Beförderungsmengen der Güterklasse *Steine und Erde* und *sonstige Bergbauerzeugnisse*. Ein großer Anteil dieser Menge (ca. 70 %) wird per Lkw transportiert. Wie auf Abbildung 4-5 zu erkennen, sind weitere, zugeordnete Güterarten *Nahrungs- und Genussmittel* (Rang 2) sowie *Sekundärrohstoffe, Abfälle* (Rang 3) (vgl. Abbildung 4-5).

Auf der Schiene werden insbesondere *Steinkohle* (Rang 1), *Holz und Kork, Papier, Pappe, Druckerzeugnisse* (Rang 2) und *Chemische Erzeugnisse* (Rang 3) transportiert. Die Schiene ist, wie auch in Krefeld, der am wenigsten genutzte Verkehrsträger, bezogen auf die Gesamt-Tonnage (vgl. Abbildung 4-5).

Per Binnenschiff werden vornehmlich *Steine und Erden* und *sonstige Bergbauerzeugnisse* befördert, jedoch weitaus weniger als per Lkw, wie in Abbildung 4-5 abgebildet. Des Weiteren werden *Steinkohle* (Rang 2), *Holz und Kork, Papier, Pappe* und *Druckerzeugnisse* (Rang 3) in größeren Mengen transportiert.

Die Gesamtbetrachtung in Abbildung 4-5 zeigt deutlich, wie dominant die Güterart *Steine und Erden* und *sonstige Bergbauerzeugnisse* in Wesel ist.

Auch hier sollten die folgenden, weiterführenden Fragen gestellt werden:

- Welche Güterarten werden per Lkw durch die Innenstadt befördert?
- Welche Güterarten werden im Binnenhafen umgeschlagen und welche lassen sich im Binnenhafen umschlagen bzw. über multimodale Transportwege abwickeln?
- Aus welchen Gründen werden die jeweiligen Güter über die Straße und nicht über die Schiene oder die Wasserstraße abgewickelt?

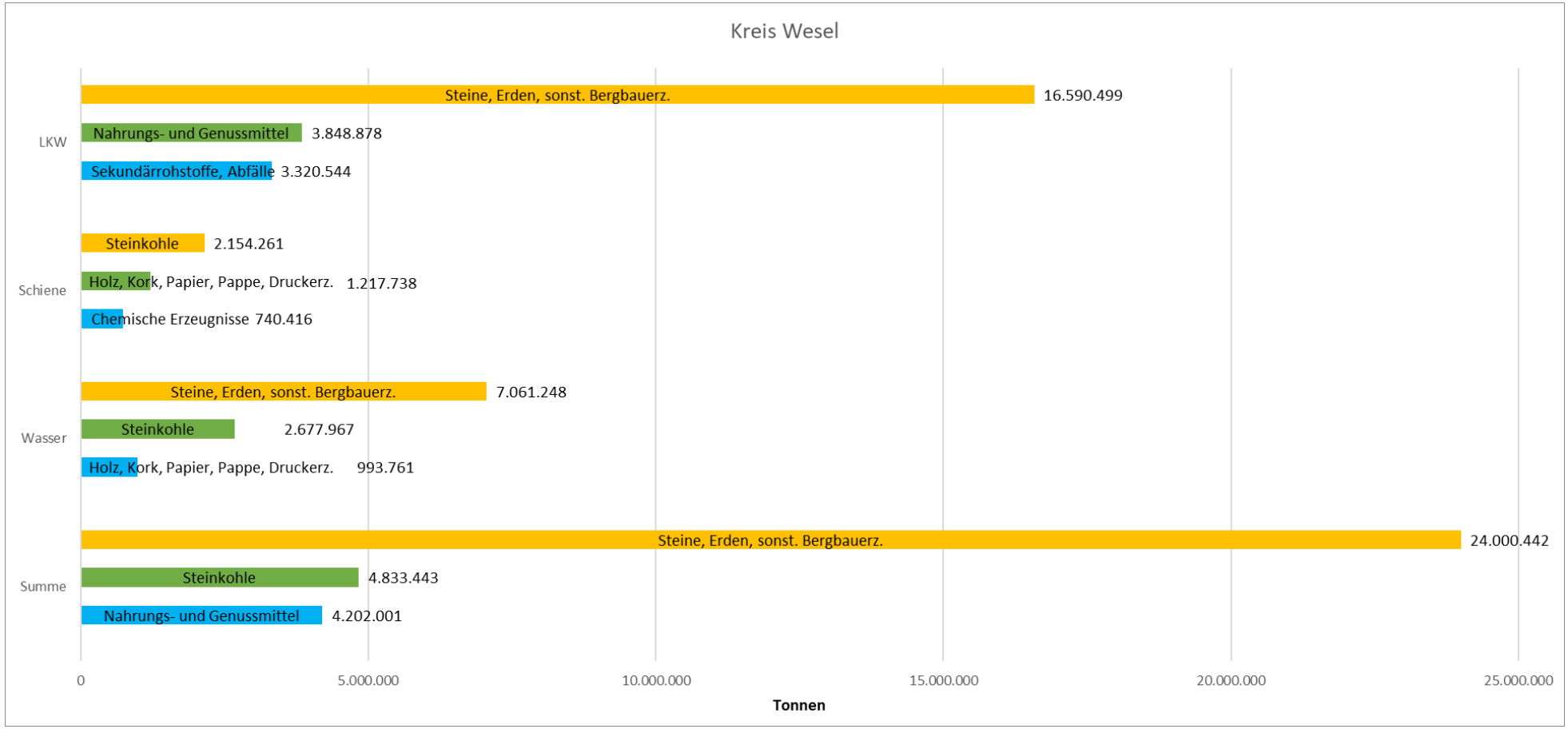


Abbildung 4-5: Vorrangige Güterklassen je Verkehrsträger (Plätze 1 bis 3) und in Summe – Kreis Wesel

4.1.2.1.3 Güterklassen Krefeld & Wesel im Vergleich

In Tabelle 4-3 werden die Güterarten je Verkehrsträger und Ort zusammengefasst dargestellt.

	Straße		Schiene		Wasser	
Standort	**Krefeld**	**Wesel**	**Krefeld**	**Wesel**	**Krefeld**	**Wesel**
Rang 1	Steine, Erden, sonst. Bergbau-erzeugnisse	Steine, Erden, sonst. Bergbau-erzeugnisse	Metalle und Halbzeug	Steinkohle	Chemische Erzeugnisse	Steine, Erden, sonst. Bergbau-erzeugnisse
Rang 2	Sekundärroh-stoffe, Abfälle	Nahrungs- und Genussmittel	Chemische Erzeugnisse	Holz, Kork, Papier, Pappe, Druck-erzeugnisse	Land- und forst-wirtschaftliche Erzeugnisse	Steinkohle
Rang 3	Nahrungs- und Genussmittel	Sekundärroh-stoffe, Abfälle	Gutart unbekannt	Chemische Erzeugnisse	Gutart unbekannt	Holz, Kork, Papier, Pappe, Druck-erzeugnisse

Tabelle 4-3: Schwerpunkte Güteraten – Krefeld und Wesel im Vergleich

4.1.2.1.4 Handlungsempfehlung: Verkehrsverlagerungspotenzial Güterklassen

Auf der Meta-Ebene sind, aus vorhandener Datengrundlage zu schließen, einige Verkehrsverlagerungspotenziale auf Güterklassenebene (Verlagerung auf Schiene und/ oder Wasserstraße) zu erkennen. Für die Stadt Krefeld sollten die Transportprozesse der folgenden vier Güterklassen detaillierter betrachtet werden:

1. *Chemische Erzeugnisse* (aktuell hohe Transportmengen per Lkw, obwohl Schiene und Schiff prädestiniert für diese Güterklasse sind)
2. *Sonstige Mineralerzeugnisse* (Diverse Mineralerzeugnisse sind besonders für den Transport per Bahn und Binnenschiff geeignet)
3. *Metalle und Halbzeuge* (Große Tonnage an Schwergut ist prädestiniert für den Transport per Bahn und Binnenschiff.)
4. *Holz und Kork, Papier, Pappe und Druckerzeugnisse* (In Wesel kann ein Großteil dieser Güterklasse per Bahn und Binnenschiff transportiert werden)
5. *Fahrzeuge* (Ein Transport per Bahn und Binnenschiff wäre mit Einsatz von Spezialequipment möglich.)

Für den Kreis Wesel wird für die folgenden vier Güterklassen ein erhöhtes Verlagerungspotenzial aus der Analyse abgeleitet:

1. *Chemische Erzeugnisse* (Hohe Transportmengen per Lkw, obwohl, mit Blick auf die Stadt Krefeld die Verkehrsträger Schiene und Wasserstraße prädestiniert für diese Güterklasse sind.)
2. *Sonstige Mineralerzeugnisse* (Diverse Mineralerzeugnisse sind für den Transport per Bahn und Binnenschiff geeignet.)
3. *Metalle und Halbzeuge* (Große Tonnage an Schwergut ist prädestiniert für den Transport per Bahn und Binnenschiff.)
4. *Holz und Kork, Papier, Pappe und Druckerzeugnisse* (Ein Großteil dieser Güterklasse wird bereits per Bahn und Binnenschiff transportiert.)
5. *Fahrzeuge* (Ein Transport per Bahn und Binnenschiff wäre mit Einsatz von Spezialequipment möglich.)

4.1.2.2 Transportströme nach Quellen & Senken

4.1.2.2.1 Transportströme NRW

Laut Verflechtungsprognose werden im Jahr 2030 ca. 491 Mio. t Güter innerhalb von NRW über die Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasserstraße transportiert. NRW ist dabei sowohl Quell- als auch Zielgebiet. Vom Gesamtaufkommen werden 91 % mit dem Lkw, 7 % mit der Bahn und 2 % per Binnenschiff transportiert.

Tabelle 4-4 und Tabelle 4-5 beschreiben im Detail die Transportrelationen und Transportmengen zwischen den Gebieten:

- Deutschland ohne NRW → NRW bzw. NRW → Deutschland ohne NRW
- Deutsche Seehäfen → NRW bzw. NRW → Deutsche Seehäfen
- Ausland → NRW bzw. NRW → Ausland
- Ausländische Seehäfen → NRW bzw. NRW → Ausländische Seehäfen

Zudem ist die Aufteilung der Verkehrsträger (Modal Split[654]) je Quell- und Zielgebiet dargestellt. In den Tabellen wird zudem angezeigt, wie viel Transportaufkommen unterhalb von 300 km bzw. 500 km (vgl. Kapitel 4.1.1.4.4) anfällt und wieviel darüber. Dies wird im weiteren Verlauf nochmal relevant, wenn es um die Verkehrsverlagerung und das einhergehenden CO_2-Reduzierungspotenzial geht (vgl. Kapitel 4.2).

Tonnen (HL)	nach NRW							
Quellen	Straße	Schiene	Wasser	Summe	<300km	>300km	<500km	>500km
Deutschland ohne NRW	110.332.386	16.116.438	6.569.006	133.017.830	54 %	46 %	86 %	14 %
Deutsche Seehäfen	8.160.164	4.873.024	1.467.860	14.501.048	42 %	58 %	98 %	2 %
Ausland	59.700.584	15.653.046	18.255.996	93.609.626	50 %	50 %	55 %	45 %
Ausländische Seehäfen	15.272.823	6.999.709	62.838.088	85.110.620	94 %	6 %	97 %	3 %
Gesamtergebnis	193.465.957	43.642.217	89.130.950	326.239.124				
Modal Split	59 %	13 %	27 %	100 %				

Tabelle 4-4: Transportströme nach NRW in 2030 nach Verkehrsträger in Tonnen im Hauptlauf (HL)

Tonnen (HL)	von NRW							
Quellen	Straße	Schiene	Wasser	Summe	<300km	>300km	<500km	>500km
Deutschland ohne NRW	125.401.340	19.528.873	7.624.075	152.554.288	53 %	47 %	85 %	15 %
Deutsche Seehäfen	4.128.962	3.281.698	557.847	7.968.507	51 %	49 %	97 %	3 %
Ausland	69.383.662	17.489.952	22.715.592	109.589.206	54 %	46 %	59 %	41 %
Ausländische Seehäfen	10.710.889	3.667.987	12.237.706	26.616.582	85 %	15 %	89 %	11 %
Gesamtergebnis	209.624.853	43.968.510	43.135.220	296.728.583				
Modal Split	71 %	15 %	15 %	100 %				

Tabelle 4-5: Transportströme von NRW in 2030 nach Verkehrsträger in Tonnen im Hauptlauf (HL)

[654] Der Modal Split bezieht sich auf die Verteilung des Verkehrsaufkommens auf verschiedenen Verkehrsträgern. In dieser Analyse geht es um die Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasserstraße.

Die Tabelle 4-6 zeigt die nach/ von NRW ein- und ausgehenden Mengen in Summe.

Tonnen (HL)	Summe NRW							
Quellen	Straße	Schiene	Wasser	Summe	<300km	>300km	<500km	>500km
Deutschland ohne NRW	235.733.726	35.645.311	14.193.081	285.572.118	53 %	47 %	85 %	15 %
Deutsche Seehäfen	12.289.126	8.154.722	2.025.707	22.469.555	45 %	55 %	97 %	3 %
Ausland	129.084.246	33.142.998	40.971.588	203.198.832	52 %	48 %	57 %	43 %
Ausländische Seehäfen	25.983.712	10.667.696	75.075.794	111.727.202	92 %	8 %	95 %	5 %
Gesamtergebnis	403.090.810	87.610.727	132.266.170	622.967.707				
Modal Split	65 %	14 %	21 %	100 %				

Tabelle 4-6: Transportströme Summe (von und nach NRW) in 2030 nach Verkehrsträger in Tonnen im Hauptlauf (HL)

4.1.2.2.2 Transportströme Krefeld

Laut Verflechtungsprognose werden in Summe mehr Güter nach Krefeld geliefert als aus Krefeld heraus ausgeliefert werden. Dies betrifft ausnahmslos alle Verkehrsträger. Beispielsweise ist der Anteil eingehender Waren über die Wasserstraße (Rhein) deutlich höher als der Anteil ausgehender Ware. Ein ähnliches Bild zeigt sich beim Verkehrsträger Schiene. In der Konsequenz fallen die Mengen, die per Lkw aus Krefeld an die entsprechenden Zieldestinationen transportiert werden, höher aus, als die eingehenden Mengen (vgl. Tabelle 4-7 und Tabelle 4-8). Es wird angezeigt, wie viel Transportaufkommen unterhalb und unterhalb von 300 km bzw. 500 km anfällt (vgl. Kapitel 4.1.1.4.4).

Tonnen (HL)	nach Krefeld							
Quellen	Straße	Schiene	Wasser	Summe	<300km	>300km	<500km	>500km
Krefeld	k.A.	k.A.	k.A.	1.250.665	-	-	-	-
NRW	4.797.477	962.690	638.569	6.398.736	100 %	0 %	100 %	0 %
Deutschland ohne NRW	1.529.411	181.185	384.547	2.095.143	49 %	51 %	81 %	19 %
Deutsche Seehäfen	130.009	39.099	32.077	201.185	2 %	98 %	100 %	0 %
Ausland	1.413.105	633.341	1.258.242	3.304.688	45 %	55 %	55 %	45 %
Ausländische Seehäfen	334.211	49.096	453.024	836.331	95 %	5 %	95 %	5 %
Gesamtergebnis	8.204.213	1.865.411	2.766.459	12.836.083				
Modal Split	64 %	15 %	22 %	100 %				

Tabelle 4-7: Transportströme nach Krefeld in 2030 nach Verkehrsträger in Tonnen im Hauptlauf (HL)

Tonnen (HL)	von Krefeld							
Quellen	Straße	Schiene	Wasser	Summe	<300km	>300km	<500km	>500km
Krefeld	k.A.	k.A.	k.A.	1.250.665	-	-	-	-
NRW	5.109.595	546.582	119.006	5.775.183	100 %	0 %	100 %	0 %
Deutschland ohne NRW	1.834.544	128.856	57.584	2.020.984	39 %	61 %	83 %	17 %
Deutsche Seehäfen	43.534	9.291	2.591	55.416	0 %	100 %	100 %	0 %
Ausland	1.891.194	296.929	263.035	2.451.158	40 %	60 %	46 %	54 %
Ausländische Seehäfen	215.319	41.751	291.694	548.764	87 %	13 %	87 %	13 %
Gesamtergebnis	9.094.186	1.023.409	733.910	10.851.505				
Modal Split	84 %	9 %	7 %	100 %				

Tabelle 4-8: Transportströme von Krefeld in 2030 nach Verkehrsträger in Tonnen im Hauptlauf (HL)

Im Ergebnis wird deutlich, dass über den Verkehrsträger Lkw von Krefeld heraus ein deutlich höherer Anteil transportiert wird (84 %), als nach Krefeld hinein (64 %). Von der Stadt Krefeld aus werden in Summe 16 % der Güter per Schiene und Schiff transportiert. Nach Krefeld rein sind es 37 %. Somit transportieren Bahn und Binnenschiff mehr als doppelt so viele Güter nach Krefeld, als von Krefeld aus zu den entsprechenden Zieldestinationen.

Tonnen (HL)	Summe Krefeld							
Quellen	Straße	Schiene	Wasser	Summe	<300km	>300km	<500km	>500km
Krefeld	k.A.	k.A.	k.A.	2.501.330	-	-	-	-
NRW	9.907.072	1.509.272	757.575	12.173.919	100 %	0 %	100 %	0 %
Deutschland ohne NRW	3.363.955	310.041	442.131	4.116.127	44 %	56 %	82 %	18 %
Deutsche Seehäfen	173.543	48.390	34.668	256.601	2 %	98 %	100 %	0 %
Ausland	3.304.299	930.270	1.521.277	5.755.846	43 %	57 %	51 %	49 %
Ausländische Seehäfen	549.530	90.847	744.718	1.385.095	92 %	8 %	92 %	8 %
Gesamtergebnis	17.298.399	2.888.820	3.500.369	23.687.588				
Modal Split	73 %	12 %	15 %	100 %				

Tabelle 4-9: Transportströme Summe (von und nach Krefeld) in 2030 nach Verkehrsträger in Tonnen im Hauptlauf (HL)

Im Vergleich ist der Güteraustausch von Krefeld und dem restlichen NRW am höchsten, gefolgt vom Austausch mit dem Ausland, welcher die Verkehrsträger Schiene und Wasserstraße stärkt. Der Austausch mit deutschen Seehäfen ist sehr gering und in der Gesamtbetrachtung eher zu vernachlässigen. Auffällig ist jedoch, dass der Anteil von Schiene und Wasserstraße hinsichtlich ausländischer Seehäfen relativ hoch ist. Dies liegt insbesondere an der Nutzung der Flüsse Rhein und Maas als wichtige Verbindungen zu den Westhäfen (ARA-Häfen) (vgl. Tabelle 4-9).

4.1.2.2.3 Transportströme Wesel

Im Gegensatz zur Stadt Krefeld werden aus dem Kreis Wesel mehr Güter heraus als hinein geliefert. Im Austausch mit NRW und mit dem Ausland sind die ausgehenden Mengen aus Wesel circa doppelt so hoch wie die eingehenden Mengen (vgl. Tabelle 4-10 und Tabelle 4-11). Der Anteil abgehender Ware über die Wasserstraße (Rhein) ist annähernd dreimal so groß wie der Anteil eingehender Ware. Bei diesen Aspekten unterscheiden sich die beiden Regionen Wesel und Krefeld stark voneinander.

Tonnen (HL)	nach Wesel							
Quellen	Straße	Schiene	Wasser	Summe	<300km	>300km	<500km	>500km
Wesel	k.A.	k.A.	k.A.	6.090.127	-	-	-	-
NRW	6.237.098	177.190	256.309	6.670.597	100 %	0 %	100 %	0 %
Deutschland ohne NRW	1.609.039	872.666	340.786	2.822.491	57 %	43 %	83 %	17 %
Deutsche Seehäfen	132.866	14.242	15.361	162.469	70 %	30 %	100 %	0 %
Ausland	1.330.150	1.029.579	680.442	3.040.171	70 %	30 %	71 %	29 %
Ausländische Seehäfen	610.479	722.859	2.495.703	3.829.041	98 %	2 %	100 %	0 %
Gesamtergebnis	9.919.632	2.816.536	3.788.601	16.524.769				
Modal Split	60 %	17 %	23 %	100 %				

Tabelle 4-10: Transportströme nach Wesel in 2030 nach Verkehrsträger in Tonnen im Hauptlauf (HL)

Tonnen (HL)	von Wesel							
Quellen	Straße	Schiene	Wasser	Summe	<300km	>300km	<500km	>500km
Wesel	k.A.	k.A.	k.A.	6.090.127	-	-	-	-
NRW	9.932.516	807.186	1.751.953	12.491.655	100 %	0 %	100 %	0 %
Deutschland ohne NRW	2.101.910	436.994	251.870	2.790.774	55 %	45 %	86 %	13 %
Deutsche Seehäfen	121.533	99.905	8.538	229.976	90 %	10 %	100 %	0 %
Ausland	1.895.918	826.138	5.670.168	8.392.224	85 %	15 %	87 %	13 %
Ausländische Seehäfen	182.225	284.438	1.809.110	2.275.773	94 %	6 %	99 %	1 %
Gesamtergebnis	14.234.102	2.454.661	9.491.639	26.180.402				
Modal Split	54 %	9 %	36 %	100 %				

Tabelle 4-11: Transportströme von Wesel in 2030 nach Verkehrsträger in Tonnen im Hauptlauf (HL)

Der Anteil des Lkw als Verkehrsträger von und nach Wesel ist ähnlich dem in Krefeld (von = 54 %; nach = 60 %). Von Wesel aus werden ca. 45 % der Güter per Schiene und Schiff transportiert. Nach Wesel sind es ca. 40 %.

Tonnen (HL)	Summe Wesel							
Quellen	Straße	Schiene	Wasser	Summe	<300km	>300km	<500km	>500km
Wesel	k.A.	k.A.	k.A.	12.180.254	-	-	-	-
NRW	16.169.614	984.376	2.008.262	19.162.252	100 %	0 %	100 %	0 %
Deutschland ohne NRW	3.710.949	1.309.660	592.656	5.613.265	56 %	44 %	84 %	15 %
Deutsche Seehäfen	254.399	114.147	23.899	392.445	82 %	18 %	100 %	0 %
Ausland	3.226.068	1.855.717	6.350.610	11.432.395	81 %	19 %	83 %	17 %
Ausländische Seehäfen	792.704	1.007.297	4.304.813	6.104.814	97 %	3 %	99 %	2 %
Gesamtergebnis	24.153.734	5.271.197	13.280.240	42.705.171				
Modal Split	57 %	12 %	31 %	100 %				

Tabelle 4-12: Transportströme Summe (von und nach) Wesel in 2030 nach Verkehrsträger in Tonnen im Hauptlauf (HL)

In Summe ist auch in Wesel der Güteraustausch mit dem Bundesland NRW am höchsten, gefolgt vom Ausland. Jedoch befinden sich im Gegensatz zu Krefeld ausländische Seehäfen auf Rang drei. In Krefeld befindet sich der Güteraustausch mit Deutschland ohne NRW auf Rang vier.

Hier stärkt der Güteraustausch mit dem Ausland, ausländischen Seehäfen und NRW den Verkehrsträger Wasserstraße. Der Austausch mit deutschen Seehäfen ist auch hier sehr gering. Hier sorgt ebenfalls der Rhein als dominante Wasserstraße für einen hohen Anteil an Wasserstraßennutzung im Austausch mit den Westhäfen in den Niederlanden und Belgien im Gegensatz zum inländischen Seehafengüteraustausch. (vgl. Tabelle 4-12)

Im Vergleich zu Krefeld haben Schiene und Wasserstraße als Verkehrsträger in Wesel mit 43 % (31 % Schiff und 12 % Schiene) in Summe einen viel höheren Stellenwert als in Krefeld mit 27 % (15 % Schiff und 12 % Schiene).

4.1.2.2.4 Güterströme Krefeld & Wesel im Vergleich

Die Tabelle 4-13 zeigt die Verkehrsträgeranteile der Quellen/ Senken zu Krefeld und Wesel. Eindeutig erkennbar ist, dass der Verkehrsträger Straße bei einem Großteil der Relationen der dominante Verkehrsträger ist. Lediglich im Seehafenhinterlandverkehr zwischen den ausländischen Seehäfen und Krefeld bzw. Wesel können Schiene (Wesel) und Wasserstraße (Wesel & Krefeld) den Lkw übertreffen.

Die Schiene weist ihren höchsten Anteil am Güterverkehr im Austausch mit den deutschen Seehäfen auf. Wie in den vorherigen Kapiteln erwähnt, ist der inländische Seehafenhinterlandverkehr jedoch aufgrund der geringen Tonnage zu vernachlässigen. Im Austausch Krefeld und NRW weist die Schiene einen relativ hohen Anteil auf, obwohl die Distanzen weniger als 300 km zwischen Quellen und Senken betragen und somit für den Bahntransport eher unwirtschaftlich erscheinen. Ähnliches gilt für den Transport per Binnenschiff zwischen Wesel und Quellen bzw. Senken innerhalb von NRW. Insgesamt betrachtet ist der Anteil des Transports über die Schiene in Krefeld und Wesel nahezu identisch.

Der Verkehrsträger Wasserstraße hat besonders in der Region Wesel einen hohen Gesamtanteil von 31 %. Große Anteile entfallen im Verkehrsträgervergleich auf Austauschtransporte mit dem Ausland und mit ausländischen Seehäfen. In Krefeld beläuft sich der Gesamtanteil der Wasserstraßenbelieferungen mit 15 % auf circa die Hälfte als der von Wesel.

Tonnen (HL)	Straße		Schiene		Wasser	
Quelle/ Senke	Krefeld	Wesel	Krefeld	Wesel	Krefeld	Wesel
NRW	81 %	84 %	12 %	5 %	6 %	10 %
Deutschland ohne NRW	82 %	66 %	8 %	23 %	11 %	11 %
Deutsche Seehäfen	68 %	65 %	19 %	29 %	14 %	6 %
Ausland	57 %	28 %	16 %	16 %	26 %	56 %
Ausländische Seehäfen	40 %	13 %	7 %	17 %	54 %	71 %
Gesamt	73 %	57 %	12 %	12 %	15 %	31 %

Tabelle 4-13: Verkehrsträgeranteile der Gebiete in Summe – Krefeld und Wesel im Vergleich bezogen auf in Tonnen im Hauptlauf (HL)

Im Rahmen der oben erzielten Ergebnisse ist zu analysieren, wie hoch das Verlagerungspotenzial der langen Transportstrecken ist und ob diese Relationen unter realen Einsatzbedingungen per Schiene oder Wasserstraße befördert werden können. In Kapitel 4.2 wird das, aus dem theoretischen Verlagerungspotenzial resultierende CO_2-Senkungspotenzial ermittelt.

4.2 Einfluss einer theoretischen Verkehrsverlagerung auf die CO_2-Emissionen

Neben den physischen Güterströmen wird im Projekt SPaCiH ein besonderes Augenmerk auf die, durch den Güterverkehr anfallenden CO_2-Emissionen gelegt. Zum einen geht es darum, die IST-Situation der theoretisch emittierten CO_2-Emissionen mit Bezug zu den vorliegenden Daten (Verflechtungsprognose) darzustellen. Zum anderen soll festgestellt werden, welche Auswirkung eine theoretische Verlagerung von Verkehren auf die beiden Verkehrsträger Schiene und Wasserstraße bewirkt (SOLL-Situation).

4.2.1 Zielsetzung der CO_2-Berechnung

Ziel ist es, das Senkungspotenzial von CO_2-Emissionen zu ermitteln, wenn ausgewählte Verkehre von der Straße auf die Schiene oder auf die Wasserstraße verlagert werden. Das Senkungspotenzial ist als theoretische Größe zu verstehen, da Infrastrukturkapazitäten und -engpässe keine Rolle spielen.

4.2.2 SCOPE

Als Grundlage der Berechnung dienen die Daten der Verflechtungsprognose (Daten für das Prognosejahr 2030)[655]. Untersuchungsraum mit allen eingehenden und abgehenden Güterverkehren ist das Bundesland NRW. Dabei wird nur der Anteil an CO_2-Emissionen einbezogen, der innerhalb der Grenzen Deutschlands anfällt. Grenzüberschreitende Transporte wurden in die Analyse einbezogen, deren Emissionen jedoch nur innerhalb der BRD-Grenze einkalkuliert. Bezugnehmend auf die Distributionsebenen (vgl. Kapitel 4.1.1.4) sind die regionalen und die überregionalen Bewegungen für die CO_2-Berechnung relevant (NUTS3 – NUTS0).

CO_2 ist in dieser Beschreibung mit CO_2e (CO_2-Äquivalente) gleichzusetzen. Alle Emissionen neben CO_2, wie Methan (CH4) oder Lachgas (N2O) wurden also CO_2-konform umgerechnet. CO_2-Emissionen im Verkehr werden grundsätzlich zwischen direkten Emissionen (Entstehung bei der Verbrennung des Kraftstoffs) und indirekten Emissionen (Vorkettenemissionen) unterschieden. Direkte Emissionen werden als Tank-to-Wheel (TTW), indirekte Emissionen als Well-to-Tank (WTT) bezeichnet. Unter Well-to-Wheel (WTW) wird die Summe aus beiden Emissionsarten verstanden. In dieser Analyse wird der Parameter WTW betrachtet.

Transporte wurden zudem in Vor-, Haupt- und Nachlauf unterteilt. Lkw-Transporte von einem Absender zum Empfänger, ohne Wechsel des Transportmittels, gelten als Direkttransporte (auch Direktverkehr). Neben dem Direktverkehr (ungebrochener Verkehr) existiert der multimodale Verkehr (gebrochener Verkehr), der mit mehreren Transportmitteln betrieben wird (Lkw, Güterbahn, Binnenschiff). Als verlagerungsfähige Transporte wurden in dieser Analyse diejenigen deklariert, deren Hauptlauf 500 km innerhalb der Landesgrenze Deutschlands überschreiten. In dieser Betrachtung wird der Break-Even-Point von 500 km im Kostenvergleich zwischen Straßenverkehr und Kombiniertem Verkehr wird hier angesetzt (vgl. Kapitel 4.1.1.4.4). Insgesamt wurden in diese Analyse 220 in Deutschland positionierte Umschlagsterminals einbezogen, was nahezu als vollständig gilt.

4.2.3 IST-Analyse

Im Rahmen der IST-Analyse wurden die Verflechtungsprognosedaten (2030) so aufbereitet, dass sie mit Hilfe des CO_2-Berechnungstools EcoTransIT World verarbeitet werden können. EcoTransIT World ist eine Software zur automatisierten Berechnung von Energieverbräuchen und Transport-Emissionen, die für diese Zwecke (nach eigenen Angaben) als die weltweit meistgenutzte Software gilt. Sie erfüllt die Anforderungen des GLEC-Rahmens, der EN 16258 und des GHG-Protokolls (Corporate Standard). Eine Transportstrecke wird nach den folgenden Schritten berechnet:

[655] (BMVI, 2014).

1. Ermittlung des Streckenverlaufs mit Hilfe des internen Routingalgorithmus.
2. Unterteilung der Strecke in Abschnitte, in denen sich ein bestimmter Berechnungsparameter ändert.
3. Abhängig von der Abschnittscharakteristik und der Transportbeschreibung wurden ein Basis-Emissionsparameter und eine Basis-Verbrauchskurve bestimmt.
4. Anhand des Basis-Emissionsfaktors, des Frachtguts, der Streckenlänge, der Frachtallokation, des Ladefaktors und des Leerfahrtenanteils wurden die Emissionen und der Energieverbrauch für jeden Streckenabschnitt ermittelt.
5. Aus der Summe aller Streckenabschnitte resultieren die Gesamt-Transportemission und der Gesamtenergiebedarf.

Für die Berechnung wird die EcoTransIT World-Business-Solutions-Version verwendet. Das Gesamtergebnis der IST-Analyse kann wie folgt dargestellt werden.

Von/ Nach NRW	CO_2e WTW in Tonnen				Kilometer innerhalb Deutschlands	
Quelle/ Ziel	Straße	Schiene	Wasser	Summe	< 500	> 500
NRW	2.115.592	26.494	16.606	2.158.692	100 %	0 %
Deutschland ohne NRW	6.246.428	238.811	155.406	6.640.645	88 %	12 %
Deutsche Seehäfen	335.592	45.911	25.055	406.558	99 %	1 %
Ausland	2.837.585	243.856	162.420	3.243.861	76 %	24 %
Ausländische Seehäfen	296.179	29.484	179.513	505.176	93 %	7 %
Gesamt	11.831.376	584.556	539.000	12.954.933		
Modal Split	91 %	5 %	4 %	100 %		

Tabelle 4-14: CO_2-Emissionen innerhalb der Grenzen Deutschlands – IST-Situation Güterverkehr NRW[656]

4.2.4 SOLL-Analyse

Um Direkttransporte der IST-Daten theoretisch in ideale, intermodale Transporte umzuwandeln, ist es notwendig, Hilfstabellen aus den Verflechtungsdaten zu generieren, die die oben genannten 220 Umschlagsterminals in die Berechnung einbeziehen. Für die simulierte Verkehrsverlagerung aller Lkw-Hauptläufe (Direktverkehre >500 km) wird immer das nächstentfernte Umschlagsterminal von Absender (Start) bzw. Empfänger (Ende) ausgewählt. Ist ein Seehafen involviert wird kein Terminal auf Seiten des Seehafens zwischengeschaltet. Zudem wird angenommen, dass ein Schienenumschlag am Seehafen in jedem Fall möglich ist. Die Möglichkeit des Umschlags auf das Binnenschiff wurde im Einzelfall überprüft.

Für die Berechnung eines SOLL-Ergebnisses für beide Verkehrsträger mussten zwei getrennte Verlagerungsszenarien berechnet werden, weil die Güterbahn aufgrund des niedrigeren durchschnittlichen CO_2-Faktors (g/tkm) in jedem Fall Vorteile hat.[657] Ohne eine Trennung der Verlagerungsszenarien würde die Schiene somit immer priorisiert werden. Das erste Szenario bezieht sich ausschließlich auf die Verlagerung von der Straße auf die Schiene. Das zweite Szenario konzentriert sich ausschließlich auf die Verlagerung von der Straße auf den Verkehrsträger Wasserstraße. Ist die

[656] (Brescakovic, 2022).

[657] Vgl. (Umweltbundesamt, 2022). Nach den Angaben des Umweltbundesamtes beträgt der CO_2e-Ausstoß der Güterbahn 16 g/tkm und des Binnenschiffs 31 g/tkm (Lkw 118 g/tkm) (Bezugsjahr 2020).

Verlagerung eines Transportes aus infrastruktureller Sicht nicht möglich, wird der ursprüngliche CO_2-Wert der IST-Analyse angenommen.

4.2.4.1 Verlagerungsszenario 1: Straße-Schiene

In dem ersten Verlagerungsszenario (Straße-Schiene) wurden nur solche Umschlagsterminals berücksichtigt, die für den Lkw-Bahn-Umschlag in Frage kommen. Es wurden alle möglichen Transporte >500 km (innerhalb Deutschlands) auf die Schiene verlagert.

Von/ Nach NRW	CO_2e WTW in Tonnen			
Quelle/ Ziel	Straße	Schiene	Wasser	Summe
NRW	2.115.592	26.494	16.606	2.158.692
Deutschland ohne NRW	4.917.335	500.129	155.406	5.572.871
Deutsche Seehäfen	327.896	47.368	25.055	400.319
Ausland	1.061.244	560.744	162.420	1.784.408
Ausländische Seehäfen	190.808	47.270	179.513	417.591
Gesamt	8.612.875	1.182.006	539.000	10.333.881
Modal Split	83 %	11 %	5 %	100 %

Tabelle 4-15: CO_2-Emissionen innerhalb der Grenzen Deutschlands – Verlagerungsszenario Straße-Schiene[658]

Im Vergleich zur IST-Situation wird durch die Verkehrsverlagerung der prozentuale CO_2-Anteil der Schienentransporte um 6 % angehoben und dabei (auf 11 %) mehr als verdoppelt. Der CO_2-Anteil der Straße sinkt jedoch um 8 % von 91 % auf 83 %. Das gesamte CO_2-Senkungspotenzial beläuft sich in diesem Szenario auf ca. 2,6 Mio. t CO_2e pro Jahr.

Das Gesamtergebnis der Wasserstraße verändert sich dabei nicht, weil dieser Verkehrsträger bei der Verlagerung nicht berücksichtigt wird. Berücksichtigt wird die Wasserstraße im folgenden Szenario.

4.2.4.2 Verlagerungsszenario 2: Straße-Wasserstraße

In diesem zweiten Szenario wurden alle Transporte >500 km (innerhalb Deutschlands) auf die Wasserstraßen verlagert und nur solche Umschlagsterminals berücksichtigt, die für den Lkw-Schiff-Umschlag in Frage kommen.

Von/ Nach NRW	CO_2e WTW in Tonnen			
Quelle/ Ziel	Straße	Schiene	Wasser	Summe
NRW	2.115.592	26.494	16.606	2.158.692
Deutschland ohne NRW	5.069.304	238.811	765.386	6.073.501
Deutsche Seehäfen	330.504	45.911	27.524	403.939
Ausland	2.448.708	243.856	339.662	3.032.227
Ausländische Seehäfen	286.723	29.484	182.544	498.752
Gesamt	10.250.831	584.556	1.331.724	12.167.111
Modal Split	84 %	5 %	11 %	100 %

Tabelle 4-16: CO_2-Emissionen innerhalb der Grenzen Deutschlands – Verlagerungsszenario Straße-Wasserstraße[659]

Im Vergleich zur IST-Situation wird durch die Verkehrsverlagerung der prozentuale CO_2-Anteil der Wasserstraßentransporte um 7 % angehoben und dabei (auf 11 %) fast verdreifacht. Der CO_2-Anteil der Straße sinkt dabei um 7 % von 91 % auf 84 %. Das gesamte CO_2-Senkungspotenzial beläuft sich in diesem Szenario auf fast 800.000 t CO_2e pro Jahr. Das Gesamtergebnis des Verkehrsträgers Schiene verändert sich dabei nicht, weil dieser Verkehrsträger bei der Verlagerung nicht berücksichtigt wird.

4.2.5 IST-SOLL-Vergleich der Verlagerungsszenarien

Eine Berechnung eines gemischten optimalen Szenarios war nicht möglich, weil der CO_2-ärmere Transport immer auf die Bahn fällt (vgl. Kapitel 4.2.4).

[658] (Brescakovic, 2022).
[659] (Brescakovic, 2022).

CO_2e in Tonnen	Straße	Schiene	Wasser	Summe
NRW	0	0	0	0
Deutschland	- 1.329.093	261.319	0	- 1.067.774
Deutsche Seehäfen	- 7.697	1.457	0	- 6.240
Ausland	- 1.776.341	316.887	0	- 1.459.453
Ausländische Seehäfen	- 105.371	17.786	0	- 87.585
Summe	- 3.218.501	597.449	0	- 2.621.052

Tabelle 4-17: IST-SOLL-Vergleich Verlagerung Straße, Schiene, Wasser - Straße auf Schiene[660]

Da im Austausch mit NRW keine Transporte >500 km existieren, findet hier keine Verlagerung statt. Innerhalb des Verlagerungsszenario 1 können ca. 2,6 Mio. t CO_2e (WTW) durch die Verlagerung von Lkw-Hauptläufen mit einer Transportdistanz von >500 km (innerhalb Deutschlands) auf die Schiene eingespart werden (vgl. Tabelle 4-17).

CO_2e in Tonnen	Straße	Schiene	Wasser	Summe
NRW	0	0	0	0
Deutschland	- 1.177.124	0	609.980	- 567.144
Deutsche Seehäfen	- 5.089	0	2.470	- 2.619
Ausland	- 388.877	0	177.242	- 211.635
Ausländische Seehäfen	- 9.456	0	3.032	- 6.424
Summe	- 1.580.546	0	792.724	- 787.822

Tabelle 4-18: IST-SOLL-Vergleich Verlagerung Straße, Schiene, Wasser – Straße auf Wasserstraße[661]

Innerhalb des Verlagerungsszenario 2 können fast 800.000 t CO_2e pro Jahr (WTW) durch die Verlagerung von Lkw-Hauptläufen mit einer Transportdistanz von >500 km (innerhalb Deutschlands) auf die Wasserstraße eingespart werden (vgl. Tabelle 4-18)

4.2.6 Fazit und Handlungsempfehlungen

Die CO_2-Berechnungen und dessen Vergleichsszenarien zeigen das Verlagerungspotenzial in Deutschland. Das Potenzial wird im Kostenvergleich zwischen den Verkehrsträgern Straße, Schiene und Wasserstraße mit einem durchschnittlichen Break-Even-Point von 500 km im Kostenvergleich zwischen den Verkehrsträgern als realistisch angesehen. Selbstverständlich gibt es noch viele andere Faktoren bei der Auswahl des Verkehrsträgers, wie beispielsweise Pünktlichkeit, Schnelligkeit oder Häufigkeit der Verkehrsbedienung, die in dieser Analyse nicht betrachtet werden.

4.2.6.1 Handlungsempfehlungen: Politische Gestaltung des Wettbewerbs zwischen Schiene und Straße

Politische Entscheidungen, die das Thema „Nachhaltigkeit im Verkehr“, durch Einschränkungen im Straßentransport oder Begünstigung von Schienenverkehren positiv beeinflussen, spielen hier eine Rolle. Das Ziel, den Güterverkehr bis 2030 zu 25 % auf der Schiene zu befördern, um die Klimaziele der Bundesregierung zu erreichen, kann erfolgen, wenn der Fokus auf die hier aufgeführten „langen“ Transportstrecken (>500 km) gerichtet und der Schienenverkehr dahingehend priorisiert wird.

Der Bund könnte beispielsweise die Trassenpreis- und die Anlagenpreisförderung erhöhen bzw. ausweiten, eine Umsteigerprämie für den Kombinierten Verkehr gewähren und den Lkw-Güterverkehr stärker kontrollieren und Bußgelder bei Verstößen erhöhen, wie es der Verband Allianz pro Schiene empfiehlt.[662]

[660] (Brescakovic, 2022).
[661] (Brescakovic, 2022).
[662] (Allianz pro Schiene e.V., 2023)

4.2.6.2 Handlungsempfehlung: Beseitigung infrastruktureller Engpässe und Erweiterung der Umschlagskapazitäten

Über die Wahl des Verkehrsträgers entscheiden letztendlich Verlader oder Logistikdienstleister. Haben sich die beiden Akteure dem Ziel angenommen, neben dem wirtschaftlichen Arbeiten, Ressourcen zu schonen, so würde diese radikale Verlagerung in Deutschland nur eine Chance haben, wenn infrastrukturelle Engpässe so schnell wie möglich beseitigt werden.[663]

Zentrale Umschlagsterminals hätten durch eine Umsetzung der vorgeschlagenen Szenarien bzw. durch die Umsetzung eines Mix beider Szenarien teilweise eine Mehrauslastung von 500 % zu bewältigen.[664] Engpässe im Bereich der Schieneninfrastruktur ließen eine derartige Verlagerung derzeit nicht zu. Zudem würde es an speziellem Ladehilfsmittel-Equipment mangeln, sodass nicht alle Gütergruppen verlagerungsfähig wären.

Durch die theoretische Verlagerung in dieser Analyse werden 29 Quell- und 61-Zielbahnhöfe zusätzlich durch Mehrmengen belastet und können die zusätzlichen Mengen voraussichtlich nicht in Gänze bewältigen. Auch die Bahnstrecken zwischen den Terminals werden zweifellos mit neuen Mengen belastet (vgl. Abbildung 4-6).

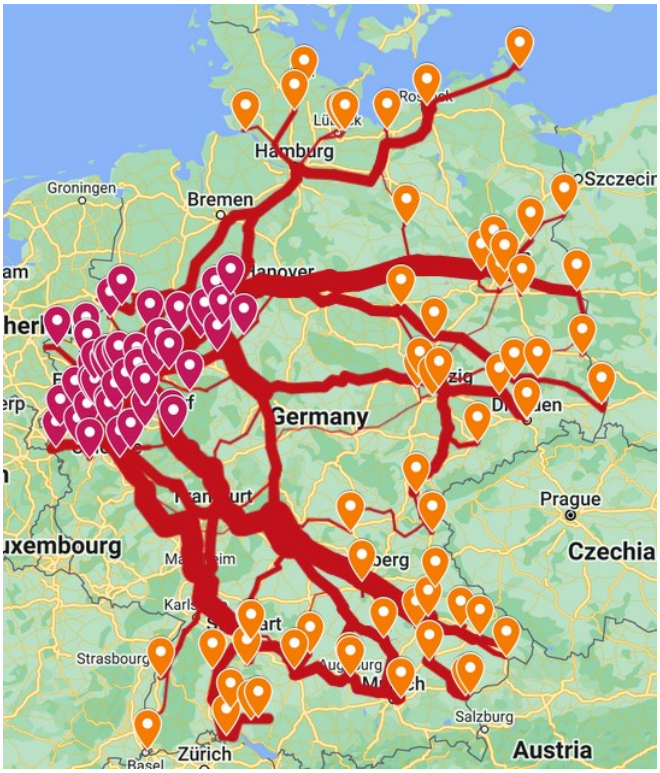


Abbildung 4-6: Zusätzlich belastete Bahnhöfe und Bahnstrecken durch die Verlagerung

Daneben werden die Umschlagsterminals an den Wasserstraßen zusätzliche Mengen aufnehmen müssen. In dieser Analyse geht es dabei um 16 Quell- und 33 Ziel-Binnenhafenterminals. Die zusätzliche Belastung der Wasserwege wird hinsichtlich ihrer Aufnahmekapazität als weniger kritisch betrachtet. Ein Engpass wird eher in Punkto Equipment auszumachen sein. Viele Binnenschiffe, die heute über Deutschlands Wasserwege fahren sind veraltet und emittieren erhebliche Mengen an CO_2. Zusätzlich

663 (Waaden, 2015, S. 11f.).
664 (Brescakovic, 2022).

muss betrachtet werden, welche negativen Einflüsse der verstärkte Verkehr auf den Flüssen die Flora und Fauna belastet.

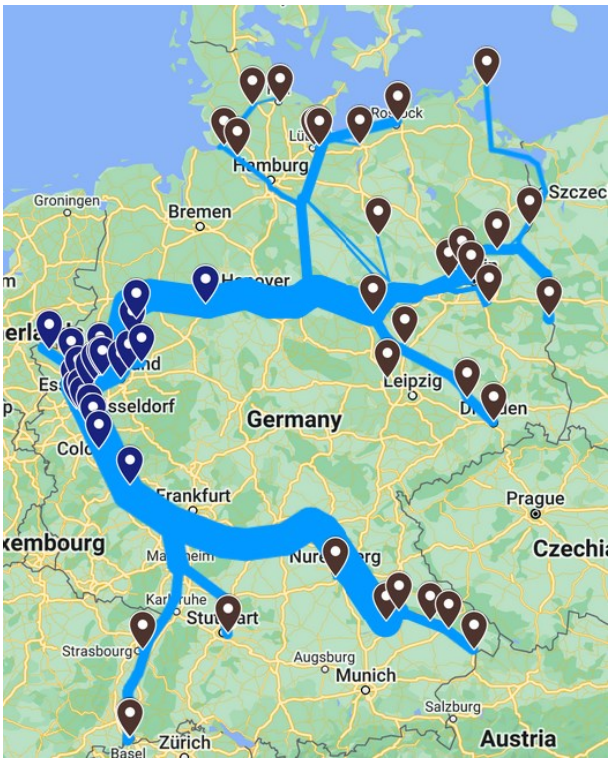


Abbildung 4-7: Zusätzliche Belastete Häfen und Binnenschiffstrecken durch Verlagerung

Um mehr Güterverkehr von der Straße auf die Schiene und die Binnenwasserstraße zu verlagern, fördert der Bund Investitionen privater Unternehmen in Umschlaganlagen des Kombinierten Verkehrs.[665] Dies eröffnet für das SPaCiH-Konzept die Chance, beteiligte Unternehmen oder Kooperationen dazu zu bewegen, ihre Umschlagskapazitäten zu erweitern oder fehlende Terminals zu errichten.

4.2.6.3 Förderung von Weiterbildungsmöglichkeiten und Beratungsangeboten in der Abwicklung von Schienen- und Wasserstraßenverkehren

Trotz der Engpässe existieren innerhalb der Verkehrsrelationen sogenannte *low-hanging fruits*, die sich wirtschaftlich verlagern lassen. Diese müssen für das Ermöglichen einer praxisorientierten Verkehrsverlagerung transparent dargestellt werden. Sicherlich spielen auch Faktoren wie: fehlendes Know-how im Verlagerungsprozess oder auch Bequemlichkeit und Unwissen auf Seiten der Verlader und Logistikdienstleister eine relevante Rolle. Hier gilt es weiterhin Hilfestellungen und Aufklärungsarbeit von allen Seiten zu leisten und weniger die Verantwortung auf die Verlader mit öffentlichen Forderungen wie „Güter gehören auf die Schiene“ abzuwälzen.

4.2.7 Ausblick und Folgeschritte zur Verkehrsverlagerung

In einem nächsten Schritt sollte neben der Umsetzung der Handlungsempfehlungen diese Analyse auf die gesamte Bundesrepublik Deutschland ausgeweitet werden. Zudem sind die Zuordnung der Gütergruppen auf die Verkehrsrelationen interessant, um Güter zu identifizieren, die sich für eine Verlagerung besser eignen als andere. Für die Städte Krefeld und Wesel dient die Tabelle 4-3 als erster Hinweis für eine mögliche Priorisierung im lokalen Umfeld dieses Projektes.

[665] (EBA -Eisenbahn-Bundesamt, 2017).

5 Anwendung des SPaCiH-Konzeptes an den Pilotstandorten

5.1 IST-Analyse Stakeholder, Living Lab Ergebnisse und Bürgerdialoge

5.1.1 Stakeholder

„Stakeholder sind all jene Gruppen und Individuen, die die Erreichung der Ziele einer Organisation oder eines Projekts beeinflussen können oder von der Organisation bzw. vom Projekt beeinflusst werden." Freeman[666] zitiert nach Krips[667]: Stakeholdern wird nicht nur passiv die Gelegenheit gegeben, sich im Projekt einzubringen, sondern „es wird aktiv versucht, Stakeholder und ihre Interessen einzubeziehen."[668] Die Stakeholder werden im Projekt über die Innovation und Living Labs, Interviews, Foren und Bürgerdialoge einbezogen.

Für die Analyse wird unterschieden zwischen Organisationseinheiten, die für die Umsetzung eines SPaCiH-Konzeptes notwendig sind, und konkreten Unternehmen, Organisationen und Institutionen, die im Laufe des Projektes an der Konzeption beteiligt waren. Sowohl die Organisationseinheiten als auch die Stakeholder werden eingeteilt in die Kategorien Logistik, Digitales, Flächen, Politik, Stadt und Wirtschaft. Bei den konkreten Stakeholdern kommt die Kategorie Forschung hinzu, die jedoch immer nur in Kombination mit einer der anderen Kategorien auftritt.

5.1.1.1 Mapping

Die Organisationseinheiten für das Mapping wurden mit Hilfe einer digitalen Pinnwand (Conceptboard) in einem ersten Schritt von den Projektpartnern gesammelt. Sie wurden in einem zweiten Schritt ergänzt durch die Organisationseinheiten, die beim Innovation Lab von den Stakeholdern genannt wurden. In einem dritten Schritt wurden die genannten Organisationseinheiten auf dieselbe Abstraktionshöhe gehoben (und dementsprechend bestimmte Begriffe zusammengefasst).

Das Mapping orientiert sich am Schichtenmodell nach Schloß[669], weshalb zunächst eine kreisförmige Anordnung gewählt wurde. In der Mitte findet sich das Projekt. Der Kreis ist in die sechs Bereiche der Kategorien unterteilt, wobei Organisationseinheiten auch gleichzeitig zwei Kategorien zugeordnet werden können. In dem Bereich, der dem inneren Kreis näher liegt, finden sich die Organisationseinheiten, für die bereits Stakeholder im Projekt akquiriert wurden. Im äußeren Kreis finden sich die Organisationseinheiten, für die noch keine Stakeholder im Projekt eingebunden wurden. Das Mapping wurde sowohl bezüglich der Organisationseinheiten als auch hinsichtlich der Positionierung der Einheiten laufend ergänzt und dynamisch verändert. Die untenstehende Grafik ist der Stand vom April 2022.

[666] Vgl. (Freeman, 1984).
[667] Vgl. (Krips, 2017).
[668] Vgl. (Schloß, 2017).
[669] Vgl. (Schloß, 2017, S. 190-191).

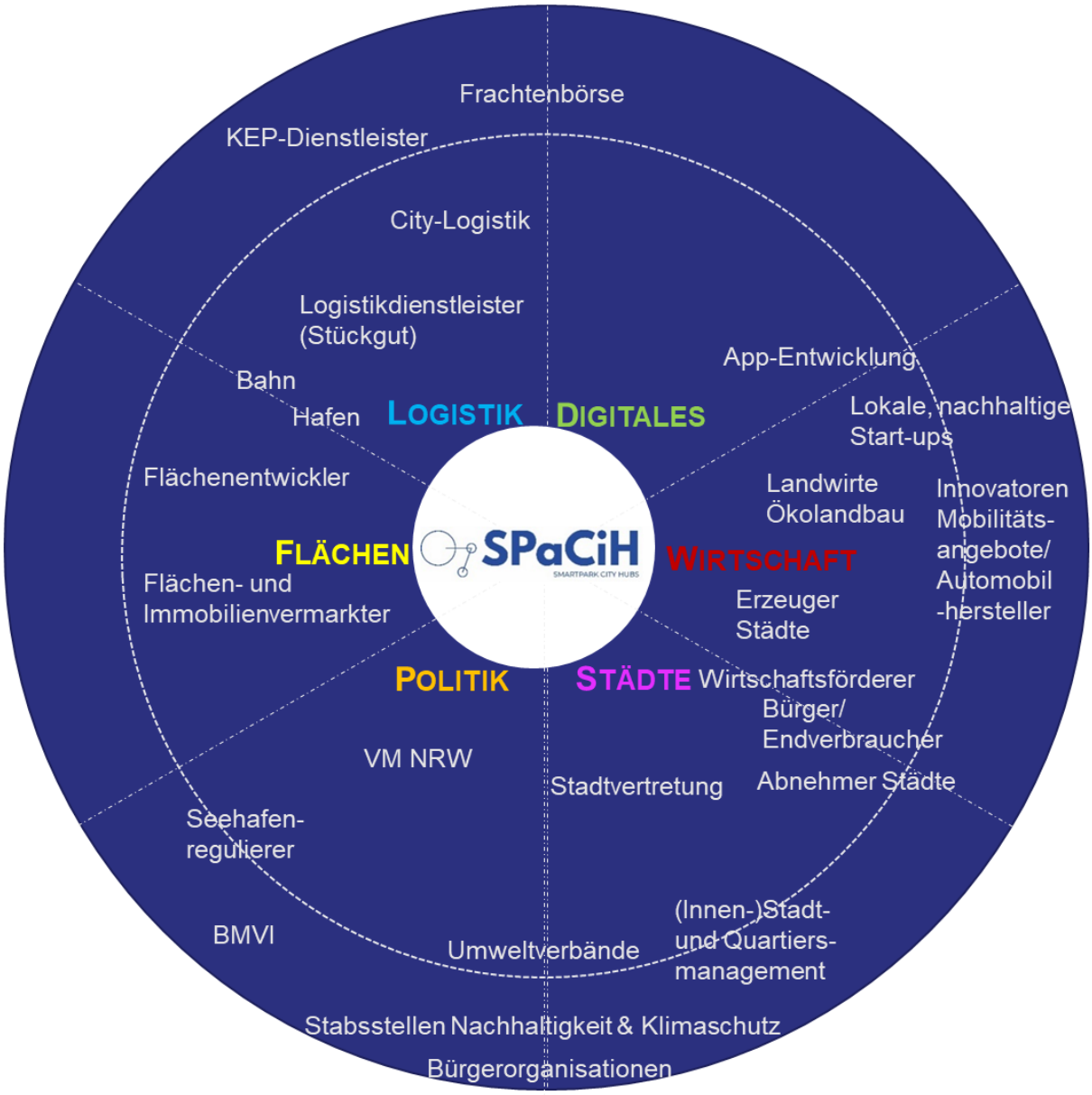


Abbildung 5-1: Stakeholder-Mapping in der Variante Kreis (Stand: 7.4.2022)

Parallel zur ersten Anfertigung des Mappings wurde eine tabellarische Auflistung aller potenziellen Stakeholder aus den Organisationseinheiten aus dem Kreis Wesel und Krefeld zusammengestellt. Die Liste erstreckt sich auf 634 potenzielle Stakeholder.

5.1.1.2 Register

Die Stakeholder für das Register wurden gewonnen aus den Kontakten der Projektpartner innerhalb der Projektarbeiten. Konkret sind dies Stakeholder aus der Stadt Krefeld oder dem Kreis Wesel, übergreifende Stakeholder, die Wissen in den verschiedenen Kategorien ausweisen, und Stakeholder aus dem Bereich Digitales, deren Expertise nicht an Örtlichkeiten gebunden ist. Stakeholder wurden laufend ergänzt.

Das Stakeholder-Register basiert auf der Darstellung von Stakeholder-Profilen nach Schloß[670] und den Stufen der Stakeholder-Analyse nach Krips[671] und wurde hinsichtlich der projektrelevanten Informationen abgeändert. Das Register liefert pro Stakeholder eine Beschreibung und Kategorisierung, Informationen zu Aktivität bzw. Betroffenheit, Beteiligungsart, Erwartung und Motivation, Einfluss bzw. Macht, sowie Kategorien, die für das Stakeholdermanagement von Bedeutung sind.

Beschreibung					
Stakeholder-Nummer	Organisation	Beschreibung	Kategorie	Ort	Rolle im Projekt
Aktivität/ Betroffenheit					
Betroffenheit			Beteiligungsgrad		
Beteiligungsart					
Einbezugswunsch des Stakeholders			(mögl.) Inputs/ Einbringung des Stakeholders mittels Selbsteinschätzung		
Erwartung/ Motivation					
Welche Erwartungen hat das Projekt an den Stakeholder?			Welche Erwartungen hat der Stakeholder an das Projekt?		
Macht/ Einfluss					
Konfliktpotenzial					
Wo kann es zu Konflikten kommen? Mit wem?			Strategien der Konfliktvermeidung oder -auflösung		
Verbindungen zwischen den Stakeholdern					
Stakeholdermanagement					

Abbildung 5-2: Kategorien im Stakeholder-Register

Als Quellen der Information dienten zunächst Fragebögen für die Stakeholder, deren Rücklaufquote allerdings gering war.

[670] Vgl. (Schloß, 2017, S. 185-189).
[671] Vgl. (Krips, 2017, S. 12).

1

SPaCiH
SMARTPARK CITY HUBS

Fragebogen zum Projekt SmartPark-City-Hubs und virtuelle Infrastruktur

Projektleitung: Prof. Dr. Holger Beckmann (Hochschule Niederrhein)

Wir freuen uns, dass Sie Interesse an der Mitarbeit im Projekt SPaCiH haben. Um Sie, Ihre Institution und Ihre Interessen am Projekt besser kennenzulernen, möchten wir Sie bitten, diesen Fragebogen auszufüllen. Ihre Angaben werden ausschließlich projektintern verwendet, vertraulich behandelt und nicht an Dritte weitergegeben.

Schicken Sie den ausgefüllten Fragebogen bitte an: jennifer.zorn@rub.de.

Name Institution	
Adresse	
Name Mitarbeiter*in	
E-Mail	
Telefon	
Homepage	

	sehr	**eher schon**	**eher nicht**	**überhaupt nicht**
Das Thema passt gut in unser Portfolio	☐	☐	☐	☐
Wir möchten mehr über das Projekt erfahren	☐	☐	☐	☐
Wir sind interessiert an allen Entwicklungen des Projektes	☐	☐	☐	☐
Wir möchten uns stark in das Projekt einbringen	☐	☐	☐	☐
Wir wissen genau, welche Rolle wir im Projekt einnehmen wollen	☐	☐	☐	☐
Wir wissen, welche Kompetenzen wir in das Projekt einbringen können	☐	☐	☐	☐
Wir sehen große Potentiale für das Projekt	☐	☐	☐	☐
Wir sehen große Herausforderungen für das Projekt	☐	☐	☐	☐
Wir haben bereits konkrete Erwartungen an das Projekt	☐	☐	☐	☐

EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum und Beschäftigung
Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

2

Was sind Ihre Erwartungen an das Projekt?

Wie möchten Sie sich in dem Projekt einbringen? Welche Kompetenzen können Sie in das Projekt einbringen?

Wie möchten Sie in den Projektkontext eingebunden werden (bspw.: Information, Mitentscheidung, Beratung...)?

Wo sehen Sie Herausforderungen im Projektkontext?

3

Welche weiteren Akteure sind Ihrer Ansicht nach dazu geeignet, um am Projekt mitzuwirken? Bitte bewerten Sie deren Mitarbeit als sehr wichtig, wichtig oder nicht so wichtig.

Name des Akteurs	sehr wichtig	wichtig	nicht so wichtig
	☐	☐	☐
	☐	☐	☐
	☐	☐	☐
	☐	☐	☐
	☐	☐	☐

Fallen Ihnen weitere Akteure ein, die es seitens des Projektes zu beachten gilt?

Weitere Anmerkungen

Vielen herzlichen Dank für Ihre Mithilfe!

Das SPaCiH-Projektteam

Hochschule Niederrhein GEMIT SysPlan Zentrum für Logistik und Verkehr Universität Duisburg-Essen RUHR UNIVERSITÄT BOCHUM RUB

EUROPÄISCHE UNION Investition in unsere Zukunft Europäischer Fonds für regionale Entwicklung 20 EFRE.NRW Investitionen in Wachstum und Beschäftigung Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

Abbildung 5-3: Stakeholder-Fragebogen

Insofern wurden die Informationen ergänzt durch die Beiträge der Stakeholder im Innovation Lab und in den Living Labs sowie durch Interviews. Das Register ist insofern ein „Living Document“, als dass Stakeholder laufend ergänzt werden und Informationen über die Stakeholder durch ihre Beiträge in den Living Labs und den Fragebögen ergänzt und ggf. auch geändert werden.

Das Stakeholder-Register verzeichnet 65 Stakeholder zum Dezember 2021.

5.1.1.3 Matrix

Um einen Überblick über die Verteilung der Stakeholder zu generieren und Maßnahmen abzuleiten, wurde eine umfangreiche Matrix erstellt und die Elemente grafisch aufbereitet. Die Matrix orientiert sich an Modellen, wie sie z.B. bei Krips[672] beschrieben sind.

Die Matrix ist zum einen an einer Power-Interest-Matrix angelehnt. Als Grid-Modelle findet man sie bei Levin-Keitel, Lelong, & Thaler[673]. Ihre Anwendung findet man beispielhaft in Ackermann & Eden[674]. Ursprünglich basiert diese Form der Darstellung auf Mandelow[675] und die grafische Umsetzung des Textes auf Low & Cowton[676], die die Matrix auch in vier Abschnitte unterteilen. Zum anderen orientiert die Matrix sich an Schloß[677]. Im Projekt wird die Matrix einerseits zur klareren Zuordnung der Maßnahmen, andererseits zur Vereinfachung der Abstufungen der Stakeholder in 15 Felder unterteilt. Als x-Achse hat sie die Variable Beteiligung (1-5, wobei 1 wenig und 5 viel ist), weil davon auszugehen ist, dass das Interesse dann besonders hoch ist, wenn sich der Stakeholder viel am Projekt beteiligt. Auf der y-Achse findet sich die Variable Betroffenheit. Ein Stakeholder ist genau dann besonders betroffen, wenn er sowohl thematisch als auch örtlich von den Auswirkungen der Projektziele betroffen ist bzw. zur Umsetzung der Projektziele notwendig ist. Der Einfluss wird durch die Größe des jeweiligen Symbols ausgedrückt: Je größer das Symbol, desto größer der Einfluss.

Im Folgenden werden tabellarisch die Kriterien aufgelistet, nach denen ein Stakeholder für die einzelnen Variablen bewertet wird.

Kategorie	Kriterium	Punkte
Einfluss (y1)	Gesetzgeber/ Gestaltung von Rahmenbedingungen/ Führung in der Branche oder vor Ort in den Beispielregionen oder Alleinstellungsmerkmal in Regionen	+1
Einfluss (y1)	Netzwerke oder Wissen	+1
Einfluss (y1)	Bereitstellungsmöglichkeit von Instrumenten (aus den Kategorien) für SPaCiH	+1
Betroffenheit (y2)	**direkte**/ primäre Stakeholder = Ass.P. oder Beirat + Wirkungskreis Wesel/ Krefeld oder digital	3
Betroffenheit (y2)	**indirekte**/ sekundäre Stakeholder: Beirat oder Ass. P. + übergreifend (bzw. kein Wirkungskreis in Wesel/ Krefeld); Einfluss auf andere Stakeholder mit hoher Betroffenheit (3) oder hohem Einfluss (hoch) oder Netzwerke, auf die Praxisorte oder auf Rahmenbedingungen	2
Betroffenheit (y2)	**Umwelt**: Weitere Stakeholder, die ggf. zum Gelingen des Projektes beitragen könnten, deren Rolle aber derzeit weder die eines direkten noch eines indirekten SH ist	1
Beteiligung (x)	Betroffenheit: Umwelt	1
Beteiligung (x)	Betroffenheit: indirekt	2
Beteiligung (x)	Betroffenheit: direkt	3
Beteiligung (x)	Living Lab mind. 3 (oft)	+2
Beteiligung (x)	Living Lab mind. 1 (manchmal)	+1
Beteiligung (x)	Living Lab 0 (nie)	+0

Tabelle 5-1: Kriterien der Bewertung von Stakeholdern in den Matrizen

[672] Vgl. (Krips, 2017, S. 21).
[673] Vgl. (Levin-Keitel, Lelong, & Thaler, 2017, S. 34).
[674] Vgl. (Ackermann & Eden, 2011, S. 183; 185).
[675] Vgl. (Mandelow, 1981).
[676] Vgl. (Low & Cowton, 2004).
[677] Vgl. (Schloß, 2017, S. 191-192).

Die Stakeholder lassen sich in dieser Matrix nun wie in der folgenden Darstellung einordnen. Dabei ist jedem Stakeholder eine Zahl zugeordnet. Zu welcher Kategorie der Stakeholder gehört, wird farblich dargestellt (manche Stakeholder bedienen zwei Kategorien und haben daher zwei Farben). Ob der Stakeholder zu Krefeld/ Wesel gehört, ob er übergreifend ist oder die digitale Komponente bedient, wird je nach Form dargestellt (Kreis=Wesel; Viereck=Krefeld; Dreieck=übergreifend).

Abbildung 5-4: Stakeholder-Matrix zur Darstellung von Betroffenheit, Beteiligung sowie Einfluss von Stakeholdern.

5.1.1.4 Ableitungen

Aus der Matrix lassen sich nun Maßnahmen für die Stakeholder ableiten. Grundlage für die Maßnahmen sind die oben genannten Beispiele der Grid-Darstellungen, die sich alle in vier Felder unterteilen. Die in der Literatur vorgesehenen Maßnahmen umfassen „Überwachen“ („Minimal Effort“), „Informationen bereitstellen“ („Keep Informed“), „Zufriedenstellen/ An Bord holen“ („Keep Satisfied“) und „Aktiv einbinden“ („Key Players“).[678] Überwachen fällt aus der Matrix heraus, weil diese Maßnahme für die potenziellen Stakeholder aus Krefeld/ Wesel gilt, mit denen das Projekt bisher noch keine Verbindung hat. Zufriedenstellen fällt ebenfalls heraus, weil die Matrix keine Opponenten des Projektes beinhaltet, da es diese bisher nicht gibt und beim Auftreten eines solchen Falles „An Bord holen“ die erste Maßnahme wäre. Daher werden die Maßnahmen unterteilt in: „An Bord holen“, „informieren“ und „aktiv einbinden“. Während „An Bord holen“ und „aktiv einbinden“ das obere Zweidrittel links und rechts betreffen, bezieht sich „informieren auch auf die Mitte des oberen Zweidrittels. Das liegt daran, dass bei dieser Gruppe Interesse bereits besteht, es jedoch verstärkt werden könnte. Aus den Maßnahmen ergeben sich folgende To-dos. Die Unterscheidung zwischen Maßnahmen und To-dos

[678] Vgl. (Low & Cowton, 2004).

lehnt sich an die Tabelle zur Stakeholder-Einbeziehung bei der Deutschen Telekom.[679] Da die Stakeholder sich in der Grafik nicht immer der gleichen Maßnahme zuordnen lassen, gilt: Die Maßnahme mit der niedrigeren Nummer wird umgesetzt.

Bereich	Maßnahme	To-do
y-Achse: direkt-indirekt bzw. hoch-mittel; x-Achse: 1-2	An Bord holen	mit Stakeholdern persönliche Gespräche vereinbaren; Stakeholder zu passenden Living Labs einladen
y-Achse: Umwelt bzw. niedrig; x-Achse: 1-5 UND y-Achse: direkt-indirekt bzw. hoch-mittel; x-Achse: 3	informieren	Stakeholdern Newsletter zukommen lassen; Stakeholder zu passenden Living Labs einladen
y-Achse: direkt/ indirekt bzw. hoch/ mittel; x-Achse: 4-5	Aktiv einbinden	Stakeholder direkt anschreiben; mit Stakeholdern Interviews führen; Stakeholder zu passenden Living Labs einladen; Stakeholder über Fortschritt in Projekt auf dem Laufenden halten (über Newsletter hinaus)

Tabelle 5-2: Maßnahmenkatalog

5.1.2 Living Lab-Ergebnisse

5.1.2.1 Partizipative Methoden

Aufgrund der pandemischen Situation wurden die Living Labs in virtueller Umgebung durchgeführt. In Beteiligungsprozessen bereits erprobte partizipative Methoden, die einen realen Raum benötigen, konnten deshalb keine Anwendung finden. Stattdessen wurden neue digitale partizipative Verfahren durchgeführt.

5.1.2.2 Internetplattform Zoom

Die Living Labs wurden über die Internet-Plattform „Zoom“ digital durchgeführt. Dadurch hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, sich gegenseitig zu sehen und zu hören, Präsentationen zu halten und zu verfolgen. Zu Beginn wurden die Living Labs im Ablauf stark durchstrukturiert und moderiert. Mit dem besseren Kennenlernen der Stakeholder und des Formats Living Labs öffnete das Projektteam auch die Strukturen, sodass das Living Lab mehr einem gemeinsamen Gespräch mit Workshopcharakter ähnelte. Das hatte den Vorteil, dass die Stakeholder nicht nur mit dem Projektteam, sondern auch mit den anderen Stakeholdern in Austausch getreten sind und sich stärker einbringen konnten.

Zoom bietet außerdem die Möglichkeit sogenannter Breakout-Sessions. Bei größeren Gruppen eignet sich diese Funktion, um die Teilnehmer je nach Interesse oder Standort zu unterteilen und in kleineren Gruppen tiefere Gespräche zum jeweiligen Thema/Standort führen zu können. Beim Kick-off Innovation Lab hat das Projektteam die Stakeholder nach Standort unterteilt.

5.1.2.3 Conceptboard

Das Conceptboard ist ein virtuelles, kollaboratives Tool zum Brainstorming und Sortieren von Ideen. Unter https://conceptboard.com/de/ lässt sich ein Conceptboard kostenlos erstellen und durch die Linkfreigabe mit vielen Personen gleichzeitig nutzen. Das Conceptboard wurde im „Innovation Lab“ verwendet, um einen Überblick über die Stakeholder und ihre Erwartungen an das Projekt sowie ihre ersten Ideen zu gewinnen. Folgende Fragen waren dabei zentral: „Welche eigenen Projekte/ Ideen halten Sie in unserem Projektkontext für relevant?“, „Welche konkreten Akteure vor Ort sollten angesprochen werden?“, „Welche (weiteren) Interessengruppen spielen eine Rolle?“, „Welche Ideen/ Umsetzungen anderer Akteure sollten im Projekt berücksichtigt werden?“, „Wie können/ wollen wir mitwirken?“, „Welche Leistungen sollten in einem SPaCiH vorhanden sein?“, „Was sollte vermieden werden? Welche Hemmnisse werden gesehen?“ und „Wie können wir vom SPaCiH profitieren? (Verwertungsmöglichkeit)“. Im Living Lab Kombiverkehr und City-Logistik kam das Conceptboard

[679] Vgl. (Altenburger, 2016, S. 24).

ebenfalls zur Sammlung der Ideen zum Einsatz und ermöglichte im Nachgang eine strukturierte Übersicht über die vielfältigen Ideen der Stakeholder.

5.1.2.4 Umfragen

Zoom bietet die Funktion, Umfragen zu erstellen und durchzuführen. Diese wurde beim Kick-off Innovation Lab verwendet, um die erste Veranstaltung durch die Teilnehmer zu evaluieren. Für das Living Lab „IT-Kooperationsplattform“ wurde für die Umfrage das Tool „Mentimeter“ verwendet. Die Frage lautete: „Welche Funktionen der Kooperationsplattform erachten Sie als zentral?“. Die Teilnehmer konnten die vorgegebenen Antwortmöglichkeiten je nach Präferenz sortieren. Das Ergebnis wurde in Form eines Balkendiagramms für alle angezeigt.

5.1.3 Bürgerdialoge

Der Bürgerdialog dient dem Einbezug der Betroffenen und Beteiligten in der Stadt, d.h. Bürger als Endverbraucher, Nutzer der städtischen Infrastruktur, Anwohner und Verkäufer usw. Ziel der Bürgerdialoge war es, die aktuelle Problemsituation in den Städten besser zu verstehen, die Informationsweitergabe zu erhöhen und die Akzeptanz eines SPaCiH-Konzeptes zu erforschen sowie die Akzeptabilität ggf. zu erhöhen.

5.1.3.1 Fragebogen

Für die Bürgerdialoge wurde ein Fragebogen entwickelt, der als Leitfaden für die Gespräche in den Innenstädten dient. Er wurde dezidiert nicht für eine repräsentative und quantitative Datenauswertung entwickelt, sondern als Leitfaden für qualitative Interviews. Der qualitative Ansatz eignet sich besonders gut für das Anliegen, die Problemsituation in den Innenstädten zu verstehen und die Akzeptanz des SPaCiH-Konzeptes zu eruieren. Mögliche Probleme und Vorbehalte, die bisher nicht im Blick des Projektteams waren, können so zur Sprache gebracht werden.

Der Leitfaden ermöglicht es aber auch, alle für das Projekt relevanten Möglichkeiten der Gestaltung der City-Logistik hinsichtlich der Akzeptabilität abzufragen. Nach den allgemeinen Informationen und Warm-up-Fragen, die dazu dienen, auf das Thema einzustimmen und den Gesprächsfluss anzuregen, werden die zentralen Fragen zur Bewertung einer guten City-Logistik und zur Akzeptabilität von Veränderungen hinsichtlich dieser Bewertung gestellt. Im Mittelteil wurde zur Validierung der Aussagen ein „conjoint-measurement“ nach der Variation von Oexler[680] eingefügt („Welche Veränderungen wären für Sie kompatibel mit einem guten City Logistik Konzept?“), das jedoch aus Gründen der Praktikabilität (dauert lange und ist in der Situation in der Innenstadt schwer zu verstehen) nur bei den ersten Interviews (in Voerde und Dinslaken) durchgeführt wurde.

[680] Vgl. (Oexler, 2002).

Bürgerdialog

Erklärung: Ruhr-Uni-Bochum; Wissenschaftliches Forschungsprojekt gemeinsam mit HSNR, Sysplan und UDE, in dem es um Versorgung der Innenstädte im Kreis Wesel und in Krefeld geht (Citylogistik)

Stadt	
Standort	
Person/Geschäft	
Besonderheit	

Warm-Ups	**Ja/Oft**	**Eher ja/ gelegentlich**	**Neutral/ manchmal**	**Eher nein/**	**Nein/ gar**
1. Wohnen Sie innenstadtnah?					
2. Sind Sie oft in der Innenstadt?					
3. Mit welchem Verkehrsmittel kommen Sie in die Innenstadt?					
4. Halten Sie sich lange hier auf?					
5. In welche Geschäfte gehen Sie in der Innenstadt am meisten?					
6. Bekommen Sie den Lieferverkehr in der Innenstadt mit?					
Ab hier: auch Geschäftsinhaber/Verkäufer					
7. Was mögen Sie an der Innenstadt?					
8. Was stört Sie im Bereich der Innenstadt?					
Nur Geschäftsinhaber/Verkäufer					
9. Wie nehmen Sie die Belieferung wahr? Was finden Sie gut, was stört Sie?					

1

Wie wichtig finden Sie folgende Aspekte bei einer guten Logistik für die City?					
	Sehr wichtig	**Wichtig**	**Neutral**	**Nicht so wichtig**	**unwichtig**
Lieferverkehr wird reduziert					
Transport von Gütern wird beschleunigt					
Nachhaltigkeit wird erhöht					
Regionale Produktion wird gefördert					

Welche Veränderungen wären für Sie kompatibel mit einem guten City Logistik Konzept? (nur eine Antwort möglich [schon bis erst/ auch bis nur])		
Verkehrsaufkommen	20% mehr Verkehrsaufkommen	
	10% mehr Verkehrsaufkommen	
	Keine Änderung	
	10% weniger Verkehrsaufkommen	
	20% weniger Verkehrsaufkommen	
Geschwindigkeit	Langsamere Lieferung (3-4 Tage)	
	Langsamere Lieferung (1-2 Tage)	
	Keine Änderung	
	Schnellere Lieferung (1-2 Tage)	
	Schnellere Lieferung (3-4 Tage)	
Nachhaltigkeit	20% mehr CO2-Emissionen	
	10% mehr CO2-Emissionen	
	Keine Änderung	
	10% weniger CO2-Emissionen	
	20% weniger CO2 Emissionen	

2

Regionalität	20% weniger regionale Produkte	
	10% weniger regionale Produkte	
	Keine Änderung	
	10% mehr regionale Produkte	
	20% mehr regionale Produkte	

Was würden Sie für als Endkunde/als Verkäufer in Kauf nehmen?

Ja (Kreuz)/Nein(leer)	**Längere Wartezeiten**	**Höhere Kosten**	**Abholung statt Lieferung**	**Mehr E-Mobilität in der Innenstadt**	**sonstiges**
Lieferverkehr wird reduziert					
Transport von Gütern wird beschleunigt					
Nachhaltigkeit wird erhöht					
Regionale Produktion und Vernetzung wird gefördert					
Ad Verkäufer: In der Belieferung wird auch der Müll wieder mitgenommen					

Fallen Ihnen noch weitere Aspekte ein, die es bei der Citylogistik in Ihrer Stadt zu beachten gilt?	
VIDEO ABSPIELEN	
Wie gefällt Ihnen das Konzept im Allgemeinen?	
Zusätzliche Kommentare:	

Flyer?

3

Abbildung 5-5: Fragebogen als Leitfaden für die Bürgerdialoge

Zusätzlich zum Fragebogen wurden die SPaCiH-Flyer gedruckt, um an ihnen das Projekt besser erklären zu können und um Interessenten weitere Informationen mitzugeben. Außerdem wurde das Video der SPaCiH-Projektvorstellung auf einem Tablet gespeichert.

5.1.3.2 Auswahl der Standorte

Die Bürgerdialoge wurden in den beiden Beispielregionen Krefeld und Kreis Wesel durchgeführt. Im Vorfeld wurden dazu Anfragen an Wirtschaftsförderungen, Quartiers- & (Innen-)Stadtmanagement sowie an die jeweils zuständigen Ordnungsämter versendet. Durch die Rücklaufquote hat es sich für den Kreis Wesel als günstig erwiesen, Dialoge in der großen kreisangehörige Stadt Dinslaken und in der mittleren kreisangehörige Stadt Voerde zu führen, weil sie mit Interviews mit der Wirtschaftsförderung vor Ort (Voerde) und telefonisch (Dinslaken) flankiert werden konnten. Über Aufrufe in Facebook-Gruppen der Städte aus dem Kreis Wesel und aus Krefeld konnte außerdem ein Telefoninterview mit einer Person aus der Gemeinde Alpen akquiriert werden.

Für Krefeld wurden zwei Standorte für die Bürgerdialoge ausgewählt. Dazu wurden die Gestaltungsleitlinien für die Krefelder Innenstadt[681] hinzugezogen und sich bei den Umfragen an der Stadtachse orientiert. Zusätzlich wurden im Stadtteil Uerdingen in der Fußgängerzone/Einkaufsstraße Bürgerdialoge geführt.

5.1.3.3 Durchführung der Dialoge

Am 13. August 2021 wurde ein telefonisches Gespräch mit der Wirtschaftsförderung in Dinslaken zu den Bürgerdialogen und zur Stadt geführt. Das Gespräch wurde in weiteren Telefonaten fortgeführt. Am 17. August 2021 wurde der telefonische Dialog mit einem Anwohner Alpens durchgeführt. Das Gespräch wurde wie geplant vom Leitfadenfragebogen begleitet und dauerte etwa 30 Minuten.

Am 02. September 2021 wurden zunächst in Voerde ein Interview mit der Wirtschaftsförderung und dann vier Dialoge mit Passanten sowie ein Dialog mit einer Verkäuferin durchgeführt. Am selben Tag wurden in Dinslaken zwei weitere Dialoge mit Passanten durchgeführt und ein Dialog mit einem Ladenbesitzer. Die geringe Anzahl an Dialogen war vor allem der Länge der Gespräche geschuldet. Aufgrund des „conjoint-measurements“ waren die Gespräche 20-30 Minuten lang, die Fragen erklärungsbedürftig und für die Passanten nicht immer verständlich. Deshalb und weil dieser Teil nur der Verifizierung der Aussagen diente, nicht aber dem eigentlichen Forschungsinteresse, wurde in Krefeld auf diesen Teil verzichtet. Das Abspielen des Projekt-Videos auf dem Tablet hat sich in den Innenstädten aufgrund der Lichtverhältnisse, des gebotenen Abstands aufgrund der pandemischen Situation und der Lautstärke als nicht praktikabel erwiesen. Daher wurde für weitere Erklärungen allein auf die Flyer zurückgegriffen.

[681] Vgl. (StartUs Insights, 2022).

Abbildung 5-6: Impressionen Bürgerdialoge

Am 30. September 2021 wurden dann in Krefeld in der Innenstadt 17 Dialoge mit 15 Passanten, einem Ladenbesitzer und einem Verkäufer durchgeführt. Am selben Tag wurden in Krefeld Uerdingen in der Fußgängerzone vier weitere Dialoge mit Passanten geführt und einer mit einem Verkäufer.

5.1.3.4 Auswertung der Bürgerdialoge

Es lassen sich aus den Daten keine repräsentativen Aussagen ableiten. Das war jedoch auch nicht das Ziel der Dialoge. Für die für das Projekt besonders relevanten Leitfragen lassen sich jedoch die Verteilung der Antworten prozentual darstellen.

Die Bürger konnten im ersten Teil die Frage beantworten, was sie an einer guten Logistik besonders wichtig finden.

Wie wichtig finden Sie folgende Aspekte bei einer guten Logistik für die City?			
	Wichtig	neutral	unwichtig
Lieferverkehr wird reduziert	31 %	6 %	62 %
Transport von Gütern wird beschleunigt	19 %	12 %	69 %
Nachhaltigkeit wird erhöht	66 %	25 %	9 %
Regionale Produktion wird gefördert	69 %	9 %	22 %

Tabelle 5-3: Auswertung Fragebogen 1

Auffällig an dieser Auswertung ist, dass die Aspekte „Lieferverkehr wird reduziert“ und „Transport von Gütern wird beschleunigt“ mehrheitlich als unwichtig bezeichnet wurden und „Nachhaltigkeit wird erhöht“ sowie „Regionale Produktion wird gefördert“ als mehrheitlich wichtig. Der höhere Anteil neutraler Einstellungen bei der Nachhaltigkeit im Vergleich zu der regionalen Produktion lässt vermuten, dass hier eine Verzerrung vorliegt aufgrund von Erwartung sozialer Erwünschtheit bestimmter Antworten.[682] Es lässt sich ergänzen, dass viele der Dialogpartner angaben, den Lieferverkehr in den (Innen-)Städten gar nicht wahrzunehmen. Einzig direkt vor Ort Wohnende haben angegeben, dass sie ein hohes Lieferaufkommen wahrnehmen und sich wünschen würden, dass die Ware gebündelter ankommen würde. Viele Bürger bezeichneten die Beschleunigung des Transportes von Gütern nicht nur als unwichtig, sondern sie sprachen sich sogar dezidiert für eine Entschleunigung aus. Das Thema Nachhaltigkeit befürworteten die meisten Bürger, hatten jedoch keine klaren Vorstellungen davon, was dafür getan werden kann und was zu mehr Nachhaltigkeit führen würde. Die

[682] Vgl. (Esser, 1986).

präsentesten Ideen waren die der Bündelung und der regionalen Produktion. Daher schienen beide Aspekte für die Bürger auch eng miteinander verwandt, wenngleich man bei den meisten Befragten eine klare Tendenz entweder für mehr Nachhaltigkeit (oft verwandt mit „mehr bio“) oder für mehr regionale Produktion („weniger aus China“ oder „Obst und Gemüse von hier“) erkennen konnte. Hier gilt jedoch: Wer Nachhaltigkeit im Blick hatte, hat auch überwiegend die regionale Produktion für wichtig empfunden, aber wer die regionale Produktion im Fokus hatte, erachtete nicht gleich auch Nachhaltigkeit als wichtig.

Im zweiten Frageblock wurde danach gefragt, was die Bürger für die einzelnen Aspekte in Kauf nehmen würden.

Was würden Sie für als Endkunde/als Verkäufer in Kauf nehmen?				
	Längere Wartezeiten	Höhere Kosten	Abholung statt Lieferung	Mehr E-Mobilität in der Innenstadt
Lieferverkehr wird reduziert	4 %	19 %	25 %	-
Transport von Gütern wird beschleunigt	-	12 %	9 %	6 %
Nachhaltigkeit wird erhöht	66 %	47 %	50 %	22 %
Regionale Produktion und Vernetzung wird gefördert	53 %	50 %	53 %	19 %

Tabelle 5-4: Auswertung Fragebogen 2

Auffällig ist hier, dass für Nachhaltigkeit und die Förderung regionaler Produktion überwiegend „längere Lieferzeiten“ und „Abholung statt Lieferung“ in Kauf genommen werden würde (über 50 %). Für mehr Regionalität würde die Hälfte der befragten Bürger auch mehr Geld ausgeben, fast die Hälfte würde dies auch für mehr Nachhaltigkeit tun. „Mehr E-Mobilität in der Innenstadt“ würden mehr als Zweidrittel der gefragten Bürger nicht in Kauf nehmen. Meistens gaben sie an, dass das nur zu einem höheren Verkehrsaufkommen führen würde. Daraus lässt sich auch schließen, dass sie den Nachhaltigkeitsaspekt dahinter nicht sahen.

Über den Fragebogen hinaus, der als Leitfaden die Richtung, aber nicht das ganze Gespräch vorgab, sind folgende Aussagen der Bürger interessant für das Projekt:

- In Dinslaken und Voerde kamen die Bürger überwiegend mit dem Auto in die Innenstadt. In Krefeld kamen sie überwiegend zu Fuß in die Stadt, dicht gefolgt vom Auto. Das Schlusslicht bildet in allen Umfragestationen der ÖPNV.
- Es wurde von Seiten der Verkäufer wiederholt vorgetragen, dass die Belieferung ineffizient sei, u.a. weil jeder Laden von einem anderen Dienstleister beliefert wird. Das führe u.a. zu noch sehr später Anlieferung „kurz vor Schluss“ (11 Uhr) und zu viel Lärm. Eine Verkürzung der Lieferzeiten (10 Uhr) und mehr E-Mobilität (leiser) waren hier die Anregungen.
- Eine Anwohnerin in der Nähe eines Logistikzentrums wies darauf hin, dass dort viel Stau sei und eine Entzerrung vor Ort auch sinnvoll wäre.
- Verkäufer gaben wiederholt zu bedenken, dass KEP-Dienstleister nicht miteinander arbeiten wollen würden und so Bündelungen erschweren.
- Kiesabbau wird mit vielen Lkws vor Ort durchgeführt. Ggf. lässt sich das auch effizienter und umweltschonender gestalten.

Nach dem Dialog wurde das SPaCiH-Konzept expliziter vorgestellt und die Bürger gefragt, was sie davon halten. Das Konzept wurde von allen Befragten positiv bewertet. Viele Bürger zweifelten allerdings an der Umsetzbarkeit, insbesondere, wenn es um die Zusammenarbeit verschiedener Logistikdienstleister geht. Einige Bürger rechneten auch mit einem starken Zuwachs der Güterverkehre in den nächsten

Jahren und sahen deshalb die Dringlichkeit, ein solches Konzept möglichst bald in die Praxis zu überführen.

5.1.4 Urbane Logistik, Herausforderungen und Relevanz von Mehrwertlösungen

Aufbauend auf den Bürgerdialogen, die sich vornehmlich mit der Beteiligung betroffener lokaler Akteure in der Stadt, darunter Bürger als Endverbraucher, Nutzer der städtischen Infrastruktur sowie Anwohner befassten, wurde eine ergänzende Analyse durchgeführt, die den Fokus auf den Einzelhandel legt. Ziel dieser Untersuchung war es, die alltäglichen Herausforderungen und Probleme innerhalb der urbanen Logistik für den Einzelhandel zu beleuchten und Interessen nach Mehrwertlösungen, wie sie von SPaCiH erarbeitet werden, sowie hinsichtlich nachhaltiger Logistiklösungen zu analysieren. Die durchgeführte Untersuchung hilft dabei, ein umfassendes Stimmungsbild für nachhaltige Logistikmaßnahmen darzustellen. Zum Datenkorpus zählen unter anderem Publikationen und Studien, wie „Urbane Logistik – Herausforderungen für Kommunen. Auswertung und Ergebnisbericht einer Online-Befragung“ des Umweltbundesamtes von 2020. Aus den ausgewählten Studien und Publikationen werden zentrale Ergebnisse für das Projekt SPaCiH aufgeführt. Zudem werden Ergebnisse einer eigenen Einzelhandel-Befragung zum Thema „Nachhaltige City Logistik: Status, Herausforderungen und Möglichkeitsräume“, die mit insgesamt zehn Einzelhändlern aus NRW durchgeführt wurde, integriert und ergänzt. Der Fragebogen wurde als Online-Befragung mit dem Tool LimeSurvey umgesetzt (Abbildung 5-7).

Die Untersuchungen des Umweltbundesamtes auf Grundlage einer Online-Befragung mit ca. 800 Kommunen ab 20.000 Einwohnern, zeichnen bereits für das SPaCiH-Konzept interessante Aspekte ab. Insgesamt formuliert diese Studie unter anderem zehn Thesen für eine nachhaltige urbane Logistik. Eine der zentralen Ergebnisse bzw. Thesen für SPaCiH ist dabei, dass Belastungen durch den Güterverkehr nicht nur Großstädte betreffen, sondern alle Stadttypen, was die Untersuchungsgebiete Krefeld und Wesel weiter unterstreichen. Des Weiteren hebt die Untersuchung deutlich die kommunalen Wünsche einer stärkeren regulativen Unterstützung durch den Bund hervor, da nur dies einen effizienten und wirksamen kommunalen Klimaschutz im Bereich nachhaltige Logistik ermöglichen würde. Für Themen und Maßnahmen für eine nachhaltige Entwicklung der City-Logistik, wie städtische Konsolidierungszentren, externe Lagerflächen, E-Commerce-/Versand-Services oder Verpackungs-/ Ladungsträger-Services (Pooling/Entsorgung) stellt die Studie dar, dass weiterhin hoher Informations- und Forschungsbedarf besteht sowie lokale Analysen gefragt werden.[683]

Demographischer Wandel, Digitalisierung, Zunahme im Online-Handel und andere technologische und gesellschaftliche Entwicklungen führen in den letzten Jahren zu diversen Veränderungen im Einzelhandel.[684] Hierbei erklären Gumz et al.[685], dass die zukünftige Entwicklung des stationären Einzelhandels insbesondere von seiner Anpassungsfähigkeit an die sich verändernden Prozesse abhängt. Nicht zuletzt wirken sich diese Veränderungen auf die Stadtlogistik aus. Das Stimmungsbild ausgewählter Experten aus dem Einzelhandel in NRW hinsichtlich des aktuellen Status, den Herausforderungen und Möglichkeitsräumen für nachhaltige City-Logistik deckt sich mit bereits in der Literatur diskutieren Aspekten. Im Folgenden werden einige ausgewählte Aspekte der Herausforderungen und Bedarfe der City-Logistik aufgeführt. Ein Aspekt ist der Flächenverbrauch bzw. -bedarf durch Logistikzentren und Anlieferungen. Neue Warengruppen und Ladenbaukonzepte, um der zunehmenden Vielfalt der Produkte gerecht zu werden, haben dazu beigetragen, dass sich der Flächenbedarf für den Einzelhandel erhöht hat.[686] Dass erhöhter Flächenbedarf und -verbrauch zu Konflikten und Herausforderungen in der City-Logistik führen kann, bestätigen die befragten Experten

[683] Vgl. (Douglas, Schubert, & Schuhmacher, 2020).
[684] Vgl. (Gumz, Nash, & Jakob, 2020, S. 7).
[685] Vgl. (Gumz, Nash, & Jakob, 2020, S. 8).
[686] Vgl. (Gumz, Nash, & Jakob, 2020, S. 35).

aus dem Einzelhandel. Auch die Flächen für die Warenlagerung stellen zunehmend Herausforderungen dar, denn erhöhte Mietpreise und Zunahme an Just-in-time-Bestellungen führen zu einem erhöhten Anteil an Sendungen für den Einzelhandel.[687] Ein weiterer Aspekt ist die erhöhte Verkehrsbelastung durch mehrfache Lieferungen am Tag. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der beabsichtigten Dekarbonisierung des Transportsektors äußerst kontraproduktiv.[688] Herausforderungen durch mehrfache Lieferungen verzeichnen einerseits die befragten Einzelhändler, anderseits betont Rumscheidt in ihrer Publikation den Einfluss des Lieferverkehrs auf den Stadtverkehr und zeigt auf, dass dieser für knapp 80 % des Staus innerhalb der Städte verantwortlich ist. [689]

Wie bereits in der Literatur u.a. bei Letnik et al. Hervorgehoben wurde, stellt Luftverschmutzung eines der wesentlichen Probleme für städtische Agglomerationsräume dar. Aus dem Stimmungsbild der Einzelhändler wird ebenso Luftverschmutzung durch Anlieferungsverkehre als ein weiteres potenzielles Konfliktfeld genannt. Diese Umweltbelastung wird zusätzlich durch die bereits genannten Mehrfachlieferungen weiter verstärkt. Die Studie des Umweltbundesamtes zeigt auf, dass Fahrzeuge, die für den Güterverkehr eingesetzt werden, im Stadtverkehr sowie in den Gemeinden einen überproportional hohen Anteil an CO_2- und anderen Luftschadstoffemissionen haben. Für Lärmemissionen ergeben sich ähnliche Ergebnisse.[690] Um sowohl den Luftschadstoff- als auch Lärmemissionen entgegenzuwirken und möglichst gering zu halten, kann einerseits der Einsatz von emissionsarmen Fahrzeugen (Elektro- oder mit grünen wasserstoffbetriebene Fahrzeuge) sowie andererseits effiziente Gestaltung und Durchführung des Güterverkehrs in den Städten förderlich sein. Auch Gumz et al. Erläutern die Herausforderung von Lärm- und Schadstoffemissionen in ihren Untersuchungen zum Einzelhandel und Lieferverkehr. Nicht zuletzt argumentieren sie, dass für Maßnahmen zur Reduktion der Umweltbelastungen, Verlagerungen und Vermeidung von Verkehr notwendig sind.[691]

Weiterhin werden Herausforderungen, welche die „letzte Meile“ betreffen, von Einzelhändlern als Probleme innerhalb der kontemporären Logistik gesehen. Die Studie „Logistik und Mobilität in der Stadt von morgen – Eine Expertenstudie über letzte Meile, Sharing-Konzepte und urbane Produktion“ liefert hierbei Ergebnisse für drei elementare Zukunftsbereiche urbaner Logistik und Mobilität: 1) die Zustellung auf der „letzten Meile“, 2) geteilte Nutzung von Fahrzeugen und Gegenständen sowie 3) der urbanen Produktion. Es wird deutlich, dass die Vision einer Stadt der kurzen Wege mit umweltschonendem Verkehr und diversen Sharing-Konzepten breite Zustimmung erhält. Konkret in Bezug auf die Stärkung des Einzelhandels beziehen sich u.a. Maßnahmen zur Attraktivitätssteigerung stationärer Geschäfte durch die Reduktion von Lieferverkehren. Es werden verschiedene Lösungsansätze genannt, darunter „das Einrichten von nichtproprietären Paketstationen, Paketshops und Verteil-Hubs und die anschließende Auslieferung durch (E-)Ladenräder“.[692] Solche Ansätze und Maßnahmen wurden im Forschungsvorhaben von SPaCiH ebenfalls untersucht. Das Hub-Konzept, die Bündelung von ausgesiedelten Lagerflächen, kann sich dabei insbesondere für den Einzelhandel, für welchen Zustellungen größtenteils durch Lkws durchgeführt werden, als zeitsparend und kostensparend erweisen.[693] Die Relevanz solcher umweltschonenden Ansätze wird mit der Zunahme an Lieferungen, nicht zuletzt durch den in der Corona-Pandemie boomenden Online-Handel und den aktuellen Krisen,

[687] Vgl. (BUND - Bund für Umwelt und Naturschutz, März 2021, S. 5).
[688] Vgl. (Letnik, Marksel, Luppino, Bardi, & Božičnik, 2018).
[689] Vgl. (Rumscheidt, 2019).
[690] Vgl. (Douglas, Schubert, & Schuhmacher, 2020, S. 11).
[691] Vgl. (Gumz, Nash, & Jakob, 2020, S. 198).
[692] Vgl. (Richter, Söding, & Christmann, 2020, S. 15).
[693] Vgl. (BUND - Bund für Umwelt und Naturschutz, März 2021, S. 19).

wie der Häufung von Naturkatastrophen durch den anthropogen-beschleunigten Klimawandel, weiter bestärkt.

Um die Ziele einer nachhaltigen Stadtentwicklung im Rahmen von Logistiklösungen für den Einzelhandel aufzugreifen und zu integrieren, werden zudem neben der Reduktion von Luftschadstoffen, der effizienten Nutzung von Lager und kurzen Transportwegen auch die Einsparung von Ressourcen und zirkuläre Kreisläufe genannt. Hierbei nehmen Sharing-Konzepte einen hohen Stellenwert ein, um den Verbrauch sowohl von Ressourcen als auch Flächen zu reduzieren und Müll zu vermeiden. Somit können Synergien zwischen den beteiligen Akteuren und Händlern ausgeschöpft werden, indem Energie, Materialien sowie andere Ressourcen und lokale Infrastrukturen ausgetauscht und gemeinsam genutzt werden. Bei diesem Konzept, welches der Industriesymbiose (für mehr Informationen hierzu siehe Chertow[694]) nahekommt, können Kosten und Umweltbelastungen reduziert werden.

[694] Vgl. (Chertow, 2000).

Nachhaltige City Logistik: Status, Herausforderungen und Möglichkeitsräume

Sehr geehrte Teilnehmer:innen,

die AG Gesellschaft und Nachhaltigkeit im Wandel (Geographisches Institut, Ruhr-Universität Bochum, RUB) erforschen gemeinsam mit der Hochschule Niederrhein, Sysplan GmbH und der Universität Duisburg-Essen, nachhaltige City-Logistik im Projekt „SmartPark City Hubs & virtuelle Infrastruktur" (SPaCiH, mehr dazu unter: www.spacih.nrw).
In diesem Zusammenhang möchten wir gerne von Ihnen als Expert*innen erfahren, welche gegenwärtigen Herausforderungen, genauso wie Bedarfe Ihrerseits bestehen. Gerade Ihre Erfahrungen aus der Praxis sind für das Projekt SPaCiH sehr hilfreich.
Die Ergebnisse werden anonymisiert und aggregiert in Projektarbeiten verwendet. Es werden keine Rückschlüsse auf Ihre Person oder Ihr Unternehmen möglich sein. In den Umfrageantworten werden keine persönlichen Informationen über Sie gespeichert.

Bei Fragen oder Anmerkungen, melden Sie sich gerne bei Frau Abdulnabi Ali (abeer.abdulnabiali@rub.de) oder Herrn Dr. Kretzer (michael.kretzer@rub.de).
Die Beantwortung dieses Fragebogens wird ca. 10 Minuten in Anspruch nehmen.

Wir bedanken uns für Ihre Teilnahme und Unterstützung!

Angaben zum Unternehmen	
Stadt	○ Krefeld ○ Wesel ○ Sonstiges:_____
An welchem Standort innerhalb der Stadt befindet sich mein Unternehmen/Betrieb?	○ Innenstadt ○ Stadtmitte ○ Gewerbegebiet ○ Wohngebiet ○ Sonstiges:_____
Branche	○ Lebensmittelhandel ○ DIY-Handel (Bau & Heimwerker) ○ Elektrofachhandel ○ Hobby und Freizeit ○ Körperpflege und Gesundheit ○ Möbelhandel und Einrichtung ○ Textilhandel, Schuhhandel & Accessoires ○ Shoppingcenter & FOC (Factory Outlet Center) ○ Keine Antwort ○ Sonstiges:_____
Anzahl Beschäftigte	○ 1-5 Beschäftige ○ 6-19 Beschäftige ○ mehr als 20 Beschäftige ○ Keine Antwort ○ Sonstiges:_____
Lieferungen in der letzten Meile	
Welche Transportmittel werden eingesetzt, um Ihre Waren/Produkte in Ihr Unternehmen/zu Ihrem Standort zu transportieren? Und welche Mengen werden pro Woche in Ihr Geschäft geliefert. Bitte ankreuzen und bei der getroffenen Auswahl die Stückzahl angeben. (Mehrfachnennung möglich)	
○ Pkw ○ Lkw ○ Transporter/Sprinter ○ Lastenrad ○ Binnenschifffahrt ○ Schienenverkehr ○ Keine Antwort ○ Sonstiges	_____ _____ _____ _____ _____ _____

1

Welche Transportmittel nutzen Sie für die Belieferung Ihrer Kunden? (Mehrfachnennung möglich)	○ Pkw ○ Lkw ○ Transporter/Sprinter ○ Lastenrad ○ Binnenschifffahrt ○ Schienenverkehr ○ Keine Antwort ○ Sonstiges:_____
Welche Transportmittel möchten Sie in Zukunft für die Belieferung Ihrer Kunden nutzen? (Mehrfachnennung möglich)	○ Pkw ○ Lkw ○ Transporter/Sprinter ○ Lastenrad ○ Binnenschifffahrt ○ Schienenverkehr ○ Keine Antwort ○ Sonstiges:_____
Welche Versandeinheiten transportieren Sie? (Mehrfachnennung möglich)	○ Paletten ○ Gitterboxen ○ Kartons ○ Keine Antwort ○ Sonstiges:_____
Wie häufig erfolgt eine Anlieferung bei Ihnen?	○ mehrfach täglich ○ einmal täglich ○ 2-3 mal die Woche ○ wöchentlich ○ Kein Antwort ○ Sonstiges:_____
Probleme und Konfliktfelder	
Welche Probleme hinsichtlich Ihrer Logistik existieren gegenwärtig? (Mehrfachnennung möglich)	○ internationale Warenketten ○ Parkflächen zur Anlieferung ○ Herausforderungen in der „Letzten Meile“ ○ Fehlende Nachhaltigkeit in der aktuellen Logistik, z.B. überwiegender Lkw-Verkehr ○ Verfügbarkeit von Personal ○ Politische Beschlüsse und Programme ○ Förderung für nachhaltige Umgestaltung der eigenen Logistikprozesse ○ Keine Antwort ○ Sonstiges:_____

Potentielle Konfliktfelder bezüglich Anlieferung und Logistik. (Bitte in den Spalten zutreffendes ankreuzen)

	Stimme zu	**Stimme eher zu**	**Stimme eher nicht zu**	**Stimme nicht zu**	**Keine Antwort**
Betriebsbedingte Lärmemissionen durch Anlieferungen					
Standortbezogene Lärmemissionen durch Logistikzentren (Umschlag und Handling der Güter, Transportmittel)					
Ausbau oder Neubau von anbindenden Verkehrsinfrastrukturen					
Hohe Verkehrsbelastungen durch mehrfache Anlieferungen am Tag					
Flächenverbrauch bzw. Flächenbedarfe durch Anlieferungen (Parkplätze, Halteoptionen)					
Flächenverbrauch bzw. Flächenbedarfe durch Logistikzentren (Umschlag, Lagerung, Verarbeitung von Gütern)					
Luftverschmutzungen durch Anlieferungsverkehre					

Welche weiteren, nicht genannten Konfliktfelder bezüglich der Anlieferung und Logistik, sollten noch berücksichtigt werden?

Verbesserungsmöglichkeiten/Bedarfe und Voraussetzungen für nachhaltige Logistik

Welche Bedarfe und Voraussetzungen für nachhaltige Logistik sind für Ihr Unternehmen zutreffend?

	Stimme zu	**Stimme eher zu**	**Stimme eher nicht zu**	**Stimme nicht zu**	**Keine Antwort**
Effizienz in der **Anlieferung** der Waren/Produkte (z. B. durch die Nutzung multimodaler Transportmittel)					
Effizienz in der **Belieferung** der Waren/Produkte (z. B. durch die Nutzung multimodaler Transportmittel)					
Optimierung der „Letzten Meile“ (z. B. durch den Einsatz von Lastenrädern)					
Verkürzung der Transportwege					
Nachhaltige Lagergestaltung (z. B. durch multifunktionale und saisonale Nutzung der Lagerflächen sowie des Ressourceneinsatzes und der Bauweise)					
Verpackungsoptimierung (z. B. weniger Ressourcennutzung, recycelbare Materialien)					

Welche weiteren, nicht genannten Voraussetzungen für nachhaltige Logistik, spielen für Ihr Unternehmen eine Rolle?

An welchen Mehrwertservices haben Sie Interesse? (Mehrfachnennungen möglich)	○ konsolidierte Abrufbelieferung ○ externe Lagerfläche ○ E-Commerce/Versand-Services ○ Verpackungs-/Ladungsträger-Services (Pooling/Entsorgung) ○ Bestückungs-/Regalservices ○ Sonstiges:_____

Welche Ziele soll nachhaltige Logistik Ihrer Meinung nach verfolgen?

	Stimme zu	**Stimme eher zu**	**Stimme eher nicht zu**	**Stimme nicht zu**	**Keine Antwort**
CO_2-Minderung und Reduktion der Luftschadstoffe					
Lärmreduktion					
Einsparung von Ressourcen					
Effiziente Logistikprozesse					
Soziale Aspekte					
Zirkuläre Kreisläufe (vom Produktdesign bis zur Wieder-/Weiterverwendung der Materialien, Produkte und Ressourcen)					
Optimierung der „Letzten Meile“					
Kurze Transportwege					
Effiziente Nutzung im Lager					

Wie bewerten Sie die Relevanz der unterschiedlichen Bereiche der Nachhaltigkeit für nachhaltige Logistik?					
	1= nicht relevant	2= kaum relevant	3= relevant	4= sehr relevant	Keine Antwort
Ökologische Nachhaltigkeit					
Ökonomische Nachhaltigkeit					
Soziale Nachhaltigkeit					
Ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit in gleicher Gewichtung					

Kommentar
Folgendes möchten Sie uns noch mitgeben:

Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung und die Teilnahme an unserem Online-Fragebogen!

Hochschule Niederrhein GEMIT SysPlan Zentrum für Logistik und Verkehr UNIVERSITÄT DUISBURG-ESSEN RUHR UNIVERSITÄT BOCHUM RUB

EUROPÄISCHE UNION Investition in unsere Zukunft Europäischer Fonds für regionale Entwicklung EFRE.NRW Investitionen in Wachstum und Beschäftigung Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

4

Abbildung 5-7: Online-Fragebogen für die Befragung von Einzelhändlern in NRW, der in LimeSurvery überführt und umgesetzt wurde.

5.2 Stadt Krefeld

5.2.1 Geografische Lage

Krefeld (bis 25. November 1925 Crefeld) ist eine linksrheinisch gelegene Großstadt am Niederrhein nordwestlich der Landeshauptstadt Düsseldorf und südwestlich anschließend an Duisburg und das Ruhrgebiet in Nordrhein-Westfalen. Die kreisfreie Stadt im Regierungsbezirk Düsseldorf wird aufgrund der Seidenstoffproduktion des 18. und 19. Jahrhunderts auch als „Samt- und Seidenstadt" bezeichnet. Krefeld nahm Ende 2019 mit rund 227.500 Einwohnern unter den 30 Großstädten Nordrhein-Westfalens den 14. Platz ein. Deutschlandweit betrachtet war Krefeld auf Rang 34.[695]

Krefeld wird gemäß den Definitionen als kleine Großstadt (Großstädte < 500.000 Einwohner) gelistet.

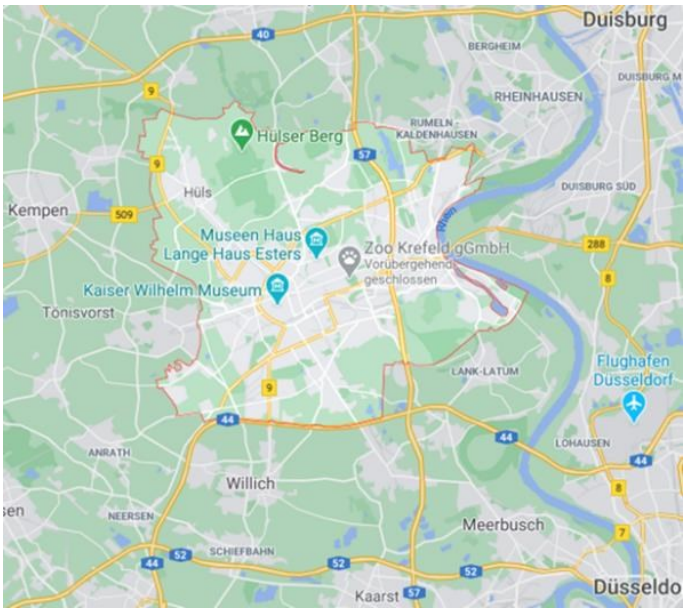


Abbildung 5-8: Karte Krefeld und Umgebung[696]

5.2.2 Stadtbezirke nach PLZ

Die Stadt Krefeld setzt sich aus elf Postzeitzahlen zusammen.

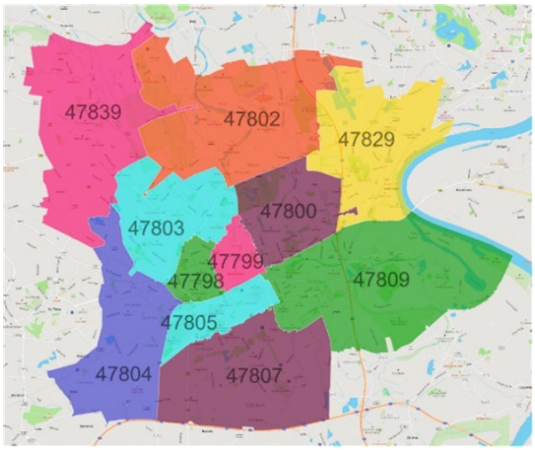


Abbildung 5-9: Postleitzahlen in Krefeld[697]

695 (Wikipedia, 2019).
696 Karte erstellt mit https://www.google.de/maps/.
697 (Krefeld Postleitzahlen Karte, o.J.).

Die nachfolgende Tabelle listet neben den PLZ die entsprechenden Stadtteile, die Einwohnerzahlen und die damit verbundenen Flächen auf.

Postleitzahl	Stadteile	Einwohner	Fläche (km²)	Einwohner / km²
47798	Dießem/Lehmheide, Kempener Feld/Baakeshof, Cracau, Inrath/Kliedbruch, Stadtmitte	28.171	2,584	10.902
47799	Bockum, Cracau, Stadtmitte	19.036	2,537	7.503
47800	Bockum, Oppum, Verberg, Gartenstadt, Stadtmitte, Uerdingen	17.922	8,427	2.127
47802	Hülser Berg, Traar, Verberg, Gartenstadt, Inrath/Kliedbruch, Uerdingen	9.892	21,428	462
47803	Benrad-Nord, Bockum, Hülser Berg, Kempener Feld/Baakeshof, Benrad-Süd, Cracau, Inrath/Kliedbruch, Stadtmitte	25.169	10,233	2.460
47804	Benrad-Nord, Forstwald, Kempener Feld/Baakeshof, Benrad-Süd, Fischeln, Hüls	18.063	13,911	1.298
47805	Dießem/Lehmheide, Fischeln	15.357	4,497	3.415
47807	Dießem/Lehmheide, Fischeln	24.153	17,062	1.416
47809	Bockum, Dießem/Lehmheide, Gellep-Stratum, Oppum, Fischeln, Linn	25.195	23,402	1.077
47829	Gartenstadt, Uerdingen	23.311	14,507	1.607
47839	Hülser Berg, Hüls, Inrath/Kliedbruch	16.087	19,126	841
Krefeld		222.356	137,714	1.615

Tabelle 5-5: PLZ mit Kennzahlen (eigene Darstellung)

Eine weitere Differenzierung erlauben die „Statistischen Bezirke“.

5.2.3 Verkehrsinfrastruktur

5.2.3.1 Binnenwasserstraßen

Krefeld liegt mit seinem Binnenhafen Krefeld am linken Ufer des Niederrheins (Kilometer 762,1 bis 766,3).

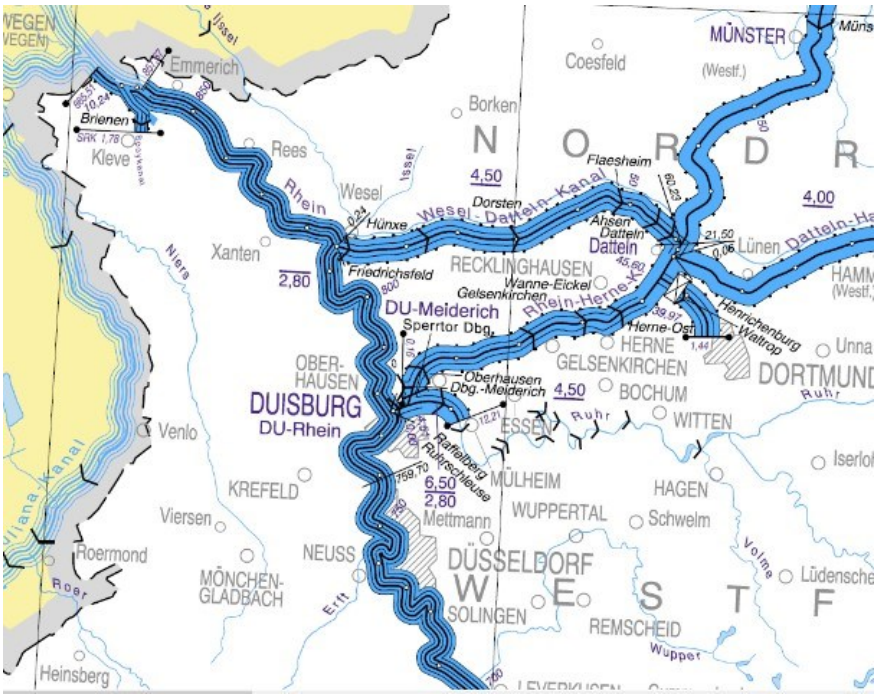


Abbildung 5-10: Wasserstraße Krefeld[698]

698 (Bundeswasserstraßenkarte (Ausschnitt), o.J.).

5.2.3.1.1 Streckenbeschreibung Niederrhein

Der Niederrhein ist ein Teilabschnitt des Rheins mit einer Gesamtlänge von 1.232,7 km, der seine Quellen im Schweizer Kanton Graubünden hat und in den Niederlanden seinen Weg in die Nordsee findet.

Bei Bonn (Rhein-km 660), nördlich des Siebengebirges, wechselt der Rhein aus der Mittelgebirgsregion in das Norddeutsche Tiefland über und wird an der Mündung der Sieg zum Niederrhein. Er senkt sich von 50 m Höhe auf 12 m. Wichtigste Nebenflüsse sind Ruhr und Lippe. Bis zum Delta (Rhein-km 448) in die Nordsee münden der Rhein-Herne-Kanal und der Wesel-Datteln-Kanal und die Flüsse Erft, Wupper, Ruhr, Emscher und Lippe in den Rhein. Ab Emmerich fließt der Rhein durch die Niederlande und mündet in einem weitverzweigten Delta in die südliche Nordsee.

Im Rhein-Delta haben die großen Seehäfen Amsterdam, Rotterdam und Antwerpen sich angesiedelt. Für Schiffe aus Übersee sind sie die ersten europäischen Anlaufpunkte. Der Rhein bietet ihnen eine hervorragende Hinterlandanbindung an das zentrale Europa.

Etwa 70 % aller deutschen Wasserstraßentransporte werden auf dem Niederrhein zwischen den Rheinmündungshäfen und den deutschen Binnenhäfen bewegt. In Duisburg befindet sich der weltgrößte Binnenhafen. Nirgendwo sonst im Binnenbereich herrscht so reger Containerverkehr wie auf dem Niederrhein, wo jährlich Zuwachsraten zu verzeichnen sind. Die Tendenz ist steigend. Hier fahren die größten Binnenschiffe. Ihre durchschnittliche Tragfähigkeit liegt bei rund 2.500 t.

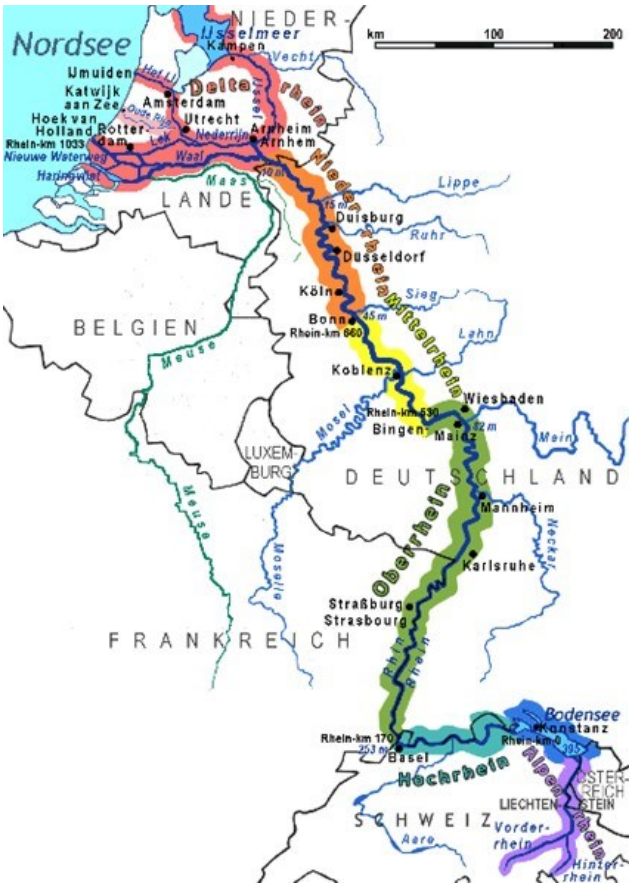


Abbildung 5-11: Rhein-Karte[699]

699 (Abschnitte des Rheinlaufes, o.J.).

5.2.3.1.2 Schiffsverkehr Niederrhein

Die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes ist bestrebt, folgende auf den GlW[700] 2012 bezogene Fahrrinnentiefen zu halten, wiederherzustellen oder sogar zu verbessern[701]:

- ab Krefeld (Rhein-km 763,0) zu Tal 2,80 m
- ab Krefeld zu Berg bis Koblenz (Moselmündung) (Rhein-km 592,2) 2,50 m

5.2.3.2 Schienenverkehr

5.2.3.2.1 Schienennetz Güterverkehr

Abbildung 5-12: Güterverkehrsnetz Krefeld (Ausschnitt) [702]

Mit Herausgabe der neuen TSI zum 1. Januar 2015 wurden die Streckenklassen neu definiert und markt-/produktspezifische Streckenklassen mit den Bezeichnungen P1 – P6 für den Personenverkehr sowie F1 – F4 für den Güterverkehr eingeführt.[703]

Laut einer Untersuchung der Arbeitsgemeinschaft railistics GmbH und VIA GmbH wächst im Gebiet der IHK-Niederrhein der Schienenverkehr stark. Schon heute können neue Angebote im Schienenpersonenverkehr und im Schienengüterverkehr aufgrund von Kapazitätsengpässen nicht immer umgesetzt werden. Einige dringend erforderliche Ausbaumaßnahmen fanden im aktuellen Bundesverkehrswegeplan (BVWP) keine Berücksichtigung. Die IHK-Niederrhein vermutete unter anderem eine systematische Unterschätzung der zu erwarteten Zugzahlen in ihrem Gebiet. Die Gründe für die Steigerungen im Schienenverkehr liegen in der Erhöhung des KV-Aufkommens in der Region durch den grenzüberschreitenden Verkehr. Dazu gehören u.a.[704]

- Cabooter-Terminal Venlo mit Kapazität bis zu 20 Zugabfertigungen pro Tag ab 2020.
- Zweite Erweiterungsstufe auf 8 Gleise und 30 Zugabfertigungen pro Tag ist in Planung.
- Häfen Antwerpen & Rotterdam streben Verdopplung des Anteils der Schiene am Modal Split an (von 7 % auf 14 %).
- Bau neuer Hafenterminals: Antwerpen ECA (7 Mio. TEU), Rotterdam MaasvlakteII

[700] Der Gleichwertige Wasserstand (GlW) ist ein statistisch ermittelter Bezugswasserstand, von dem aus die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes für einen als Bundeswasserstraße dienenden frei fließenden Fluss die vorhandenen oder angestrebten Wassertiefen bestimmen kann.

[701] (Fahrrinnensituation auf dem Rhein, 2019).

[702] (DB Netze Infrastrukturregister, o.J.).

[703] (Wikipedia, o.J.).

[704] Vgl. (IHK Krefeld, 2020, S. 18).

– Steigerung des Containerzugaufkommens von 30 auf rund 80 Züge/Tag ab Antwerpen erwartet.

Die Studie geht weiterhin davon aus, dass bis 2030 539 GZ/Woche den Grenzübergang Venlo nutzen und das sind ca. 50 % mehr Züge als im BVWP vorgesehen. Das Verkehrsaufkommen wird ab Viersen hauptsächlich auf die Strecken nach Krefeld und Grevenbroich weitergegeben.

Eine Verlagerung von Zugfahrten auf die Betuweroute ist erst nach deren Fertigstellung (ABS 46) und in geringem Umfang zu erwarten.

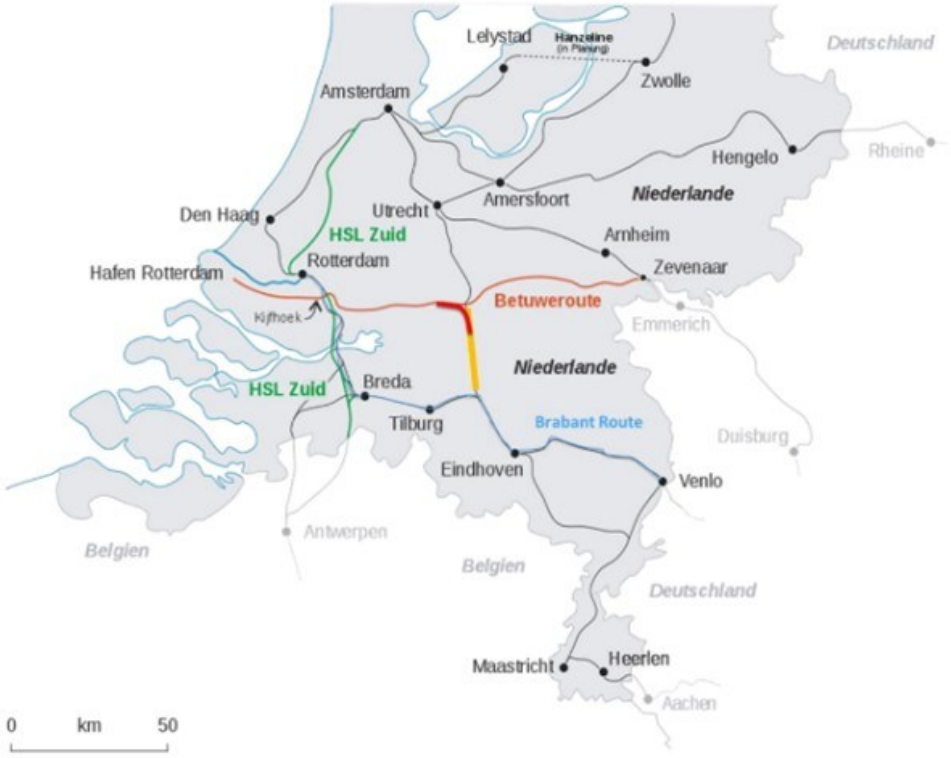


Abbildung 5-13: Schienennetz Niederlande[705]

5.2.3.2.2 Schienennetz Personenverkehr

In einer Studie der IHK Krefeld vom 14. Oktober 2019 wurde auf Engpässe im Schienennetz (Personenverkehr) hingewiesen.

[705] Vgl. (IHK Krefeld, 2020, S. 3).

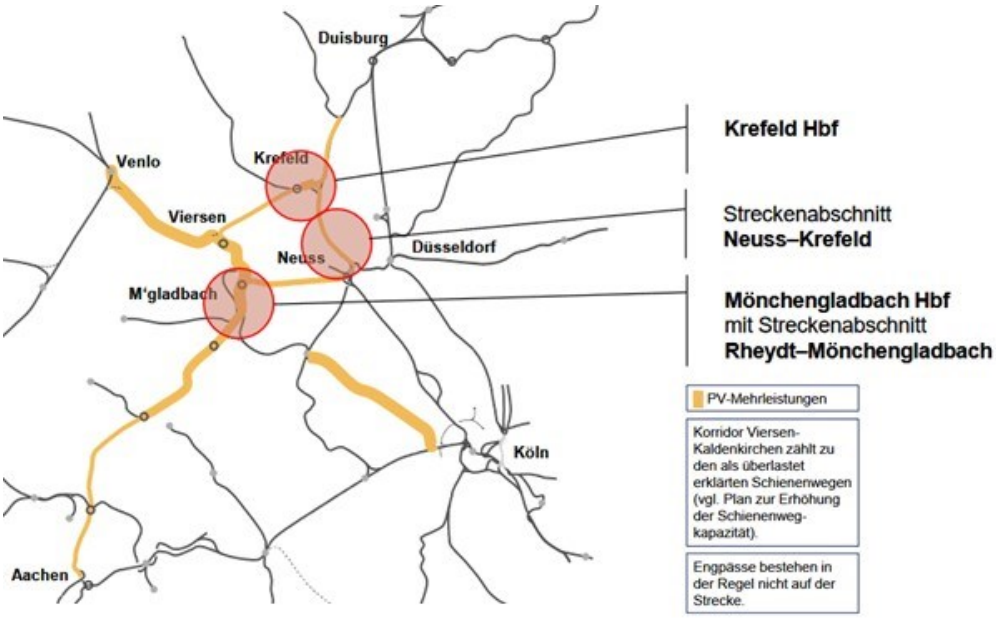


Abbildung 5-14: Engpässe im Schienennetz[706]

Laut obiger Untersuchung bestehen durch die Zunahme des Personenschienenverkehrs Engpässe lediglich im Bahnhofsbereich, weniger auf der Strecke.

Abbildung 5-15: BVWP-Prognose (Bezugsfall) für 2030 (Züge/ Tag) [707]

Einige Trassenabschnitte um Krefeld sind für den Schienengüterverkehr (SGV) nach der Prognose 2030 schon voll ausgelastet. Dies trifft insbesondere für die linksrheinische Trasse von Krefeld via Neuss nach Köln zu. Größere Reserven bestehen auf der rechtsrheinischen Seite.

[706] Vgl. (IHK Krefeld, 2019, S. 42).
[707] Vgl. (IHK Krefeld, 2019, S. 13).

5.2.3.2.3 Schienennetz Straßenbahn

Die Stadtwerke Krefeld (SWK) bieten ihren Kunden eine Versorgung von Strom, Gas und Wasser und führen über ihre Tochterunternehmen EGK und GSAK Entsorgungs- und Verwertungsaufgaben sowohl im Auftrag der Stadt Krefeld als auch für Dritte durch.

Darüber hinaus bieten die SWK Sharing- & eMobility-Konzepte an. Während „mein SWCAR“ als Bus on Demand Service zur Ergänzung des ÖPNV gedacht ist, kann man mit „SWK KRuiser“ E-Roller ausleihen und mit dem CarSharing-Unternehmen „stadtmobile“ aus einer großen Flotte von Fahrzeugen zugreifen. Allen Konzepten ist gemein, dass sie mit Ökostrom betrieben werden.

Abbildung 5-16: CarSharing-Unternehmen [708]

Mit ihren 23 Bus- und vier Straßenbahnlinien sorgt die SWK Tag für Tag für die richtigen Verbindungen in und um Krefeld. Im Einzelnen sind das die Straßenbahnlinie Linie 041 (KR-Fischeln – Krefeld Hbf – Tönisvorst-St- Tönis und zurück), Linie 042 (KR-Stahldorf – Krefeld Hbf – Bockum – Gartenstadt – KR-Elfrath und zurück) und die Linie 043 (Krefeld Hbf – Bockum – KR-Uerdingen Bf und zurück).

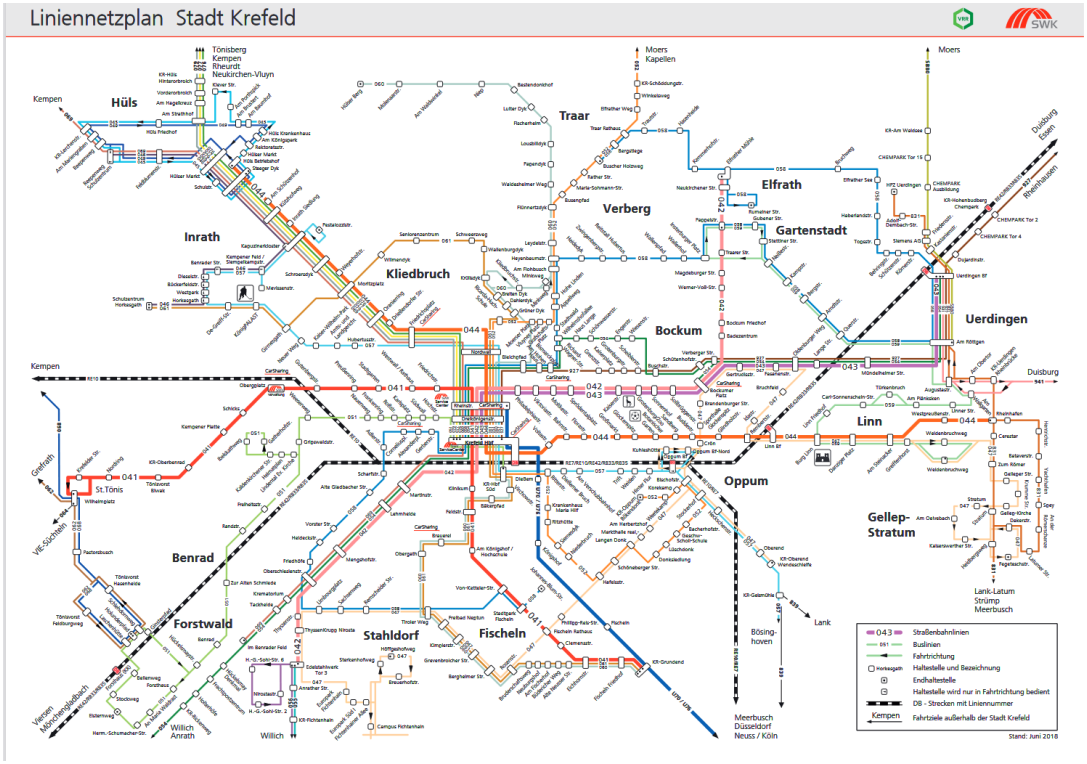


Abbildung 5-17: SWK Liniennetzplan Krefeld [709]

708 (sharing-und-emobility, o.J.).
709 (SWK Stadtwerke Krefeld, 2018).

Die Linie 044 (KR-Rheinhafen – Linn – Krefeld Hbf – KR-Hüls und zurück) verbindet den Rheinhafen Krefeld mit der Stadt. Die Gegenstation liegt im nordwestlichen Stadtteil Hüls, sodass die Straßenbahn quer durch Krefeld fährt. Die Möglichkeiten der Nutzung der vorhandenen Infrastruktur für die Stadtversorgung soll an einer anderen Stelle im Bericht (siehe Kapitel 5.2.3.2.3) nochmal aufgegriffen werden.

Abbildung 5-18: Endstation Straßenbahnlinie 044 Kr-Rheinhafen [710]

5.2.3.3 Straßenverkehr

Krefeld ist aufgrund seiner Lage und räumlichen Funktion ein bedeutender Wirtschafts- und Logistikstandort. Die Anteile des Schwerlastverkehrs (Lkw > 3,5 t und Busse) liegen im Vorbehaltsnetz der Stadt Krefeld zumeist unterhalb von 2,5 %. Auf den Straßen des Lkw-Vorrangnetzes und einigen weiteren Straßen betragen die Lkw-Anteile bis zu 5 %, in Gewerbe- und Industriegebieten sind diese deutlich höher.[711]

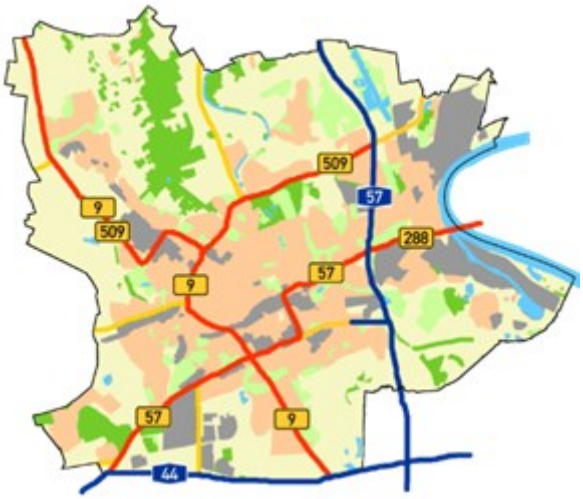


Abbildung 5-19: Straßenkarte Krefeld [712]

[710] Karte erstellt mit https://www.google.de/maps/.
[711] (Stadtverwaltung Krefeld, o.J., S. 58).
[712] (Konzeptkarte, 2020).

Eine wichtige Funktion im Güterverkehr erfüllen der Krefelder Rheinhafen sowie Industrie- und Gewerbestandorte in Uerdingen und Fischeln. Die überwiegende Zahl der Gewerbegebiete in der Stadt Krefeld befindet sich bereits in der Nähe eines Autobahnanschlusses, sodass der Wirtschaftsverkehr nicht durch sensible Bereiche mit Wohnnutzung o.ä. fahren muss.

Durch Krefeld verlaufen die Autobahnen A57 (Nijmegen-Köln) und A44 (Aachen-Waldkappel (Hessen), mit Unterbrechungen) mit sieben innerörtlichen Autobahnanschlüssen und sechs Park&Ride Parkplätzen[713] sowie die Bundesstraßen B9, B57, B288 und B509.

In Summe verfügt das Straßenwesen des Kommunalbetriebes AöR (Anstalt des öffentlichen Rechts) über ca. 880 Kilometer Straße.[714]

Nach Untersuchungen der Stadt Krefeld ist der Kfz-Verkehr die dominierende Verkehrsart in der Stadt Krefeld. 51 % aller Wege im Binnenverkehr werden mit dem Kfz zurückgelegt sowie 80 % aller Ziel- und Quellverkehrsfahrten. Dazu kommt noch der Durchgangsverkehr. Daraus ergeben sich täglich mehr als 532.000 Autofahrten, die zu einer hohen Verkehrsbelastung im Straßennetz führen.[715] Eine Ideenwerkstatt hat zum Handlungsfeld „Fließender Kfz-Verkehr“ erste Ergebnisse vorgestellt.

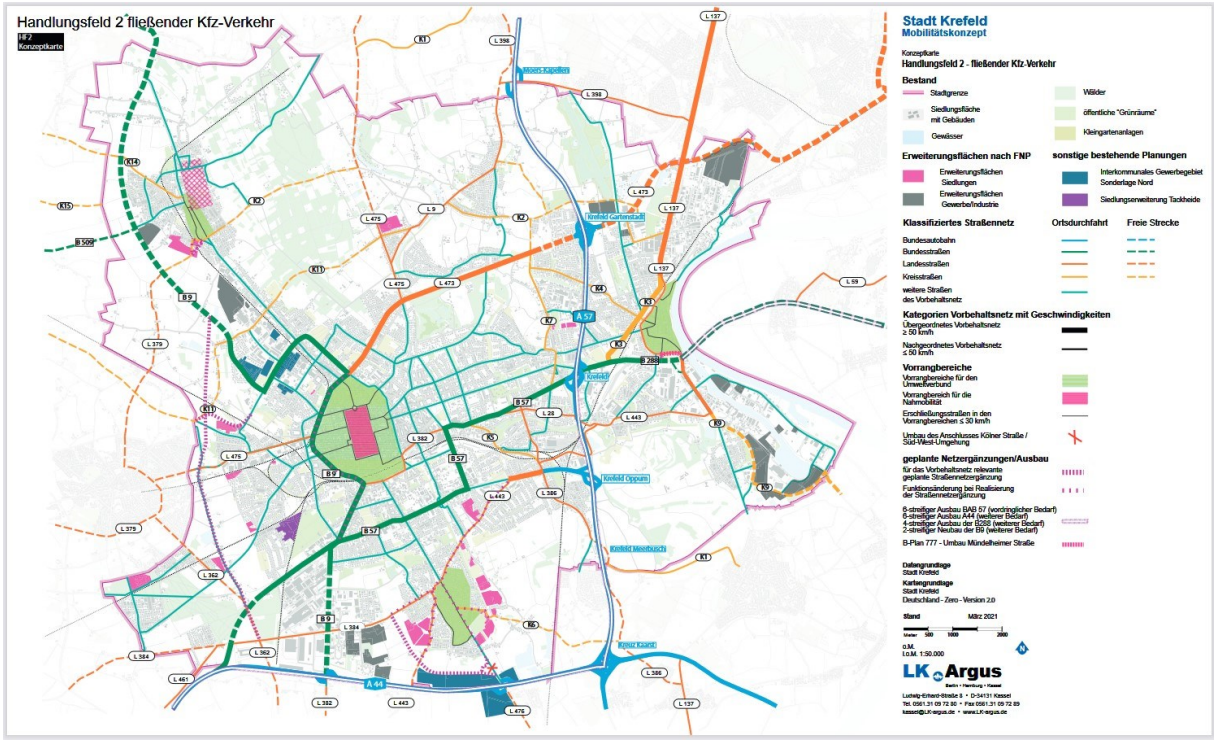


Abbildung 5-20: Konzeptkarte Krefeld [716]

Neben dem oben dargestellten Mobilitätskonzept sind dezidierte Maßnahmen für ein Handlungskonzept erarbeitet worden.[717]

[713] Vgl. (Standortprofil 2017, 2017).
[714] Vgl. (www.krefeld.de, o.J.).
[715] Vgl. (www.krefeld-bewegen.de, 2020b, S. 30).
[716] (Konzeptkarte, 2020).
[717] Vgl. (www.krefeld-bewegen.de, 2020a).

5.2.4 Wirtschaft in Krefeld

Die Wirtschaft Krefelds war aufgrund der Entwicklung zur Samt- und Seidenstadt lange Zeit überwiegend auf die Textilindustrie ausgerichtet. Nach dem Zusammenschluss mit Uerdingen zu Krefeld-Uerdingen am Rhein im Jahr 1929 kamen bedeutende Unternehmen des Fahrzeug- und Metallbaus, der Pflanzenölindustrie und der chemischen Industrie hinzu. Nach dem Niedergang der Textilindustrie ab den 1970er Jahren konnte die Wirtschaft Krefelds davon profitieren. Die Schwerpunkte der in Krefeld ansässigen Industrieunternehmen liegen in den Bereichen chemische Industrie (5,3 % der Beschäftigten), Metallindustrie (5,2 %), Maschinenbau (4,2 %) und Fahrzeugbau (4,1 %). Trotz allem hat die Textilindustrie noch einen hohen Stellenwert. Im Zuge des Strukturwandels musste die Stadt jedoch einen signifikanten Rückgang an Arbeitsplätzen hinnehmen (-19,3 % im Zeitraum 1976–2009).[718]

In Jahr 2021 waren in Krefeld insgesamt 107.000 Beschäftigte gemeldet, wovon über drei Viertel der Beschäftigten auf den Dienstleistungssektor entfallen (siehe Abbildung 5-21). Darüber hinaus machen die Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei 0,6 %, das Baugewerbe 3,8 % und das produzierende Gewerbe 21,6 % aus.

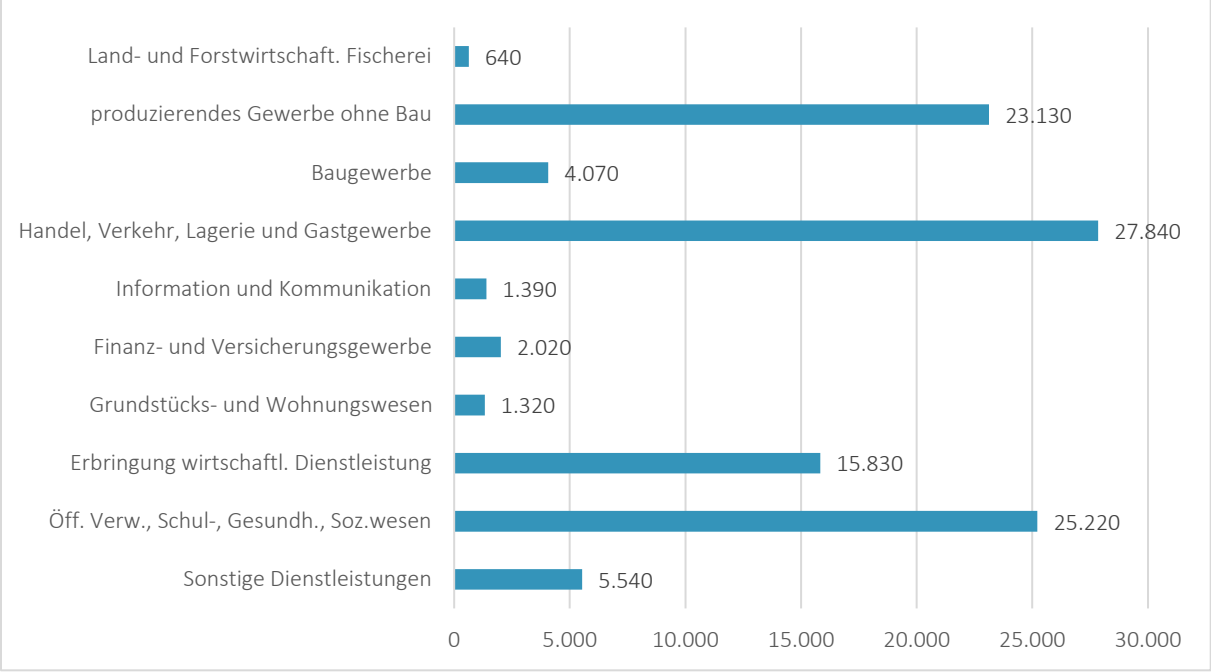


Abbildung 5-21: Anzahl der sozialversicherungspflichtigen und ausschließlich geringfügigen Beschäftigten in Krefeld nach Wirtschaftszweigen (Stand 2021)[719]

In und um Krefeld haben sich einige Logistikdienstleister angesiedelt. Im Nordosten sind es beispielsweise die Chemion Logistik GmbH, die über einen eigenen Hafenumschlag für Flüssigkeiten und Schüttgut und einen Rangierbahnhof mit Direktverbindung zum Duisport verfügt, oder die ABC-Logistik GmbH mit einer Lagerhalle, die ihre Zentrale in Düsseldorf hat und dort dafür bekannt ist, Lieferdienste zu bündeln.

Im Nordwesten findet man u.a. die KLD Krefelder Logistik Dienst GmbH und die die Rufus Logistik.

[718] https://de.wikipedia.org/wiki/Krefeld.
[719] Vgl. (Bundesagentur für Arbeit, 2022).

Im Süden die Qtrado Logistic GmbH & Co.KG, DSV Air & Sea Germany GmbH und Imperial Industrial Logistics GmbH.

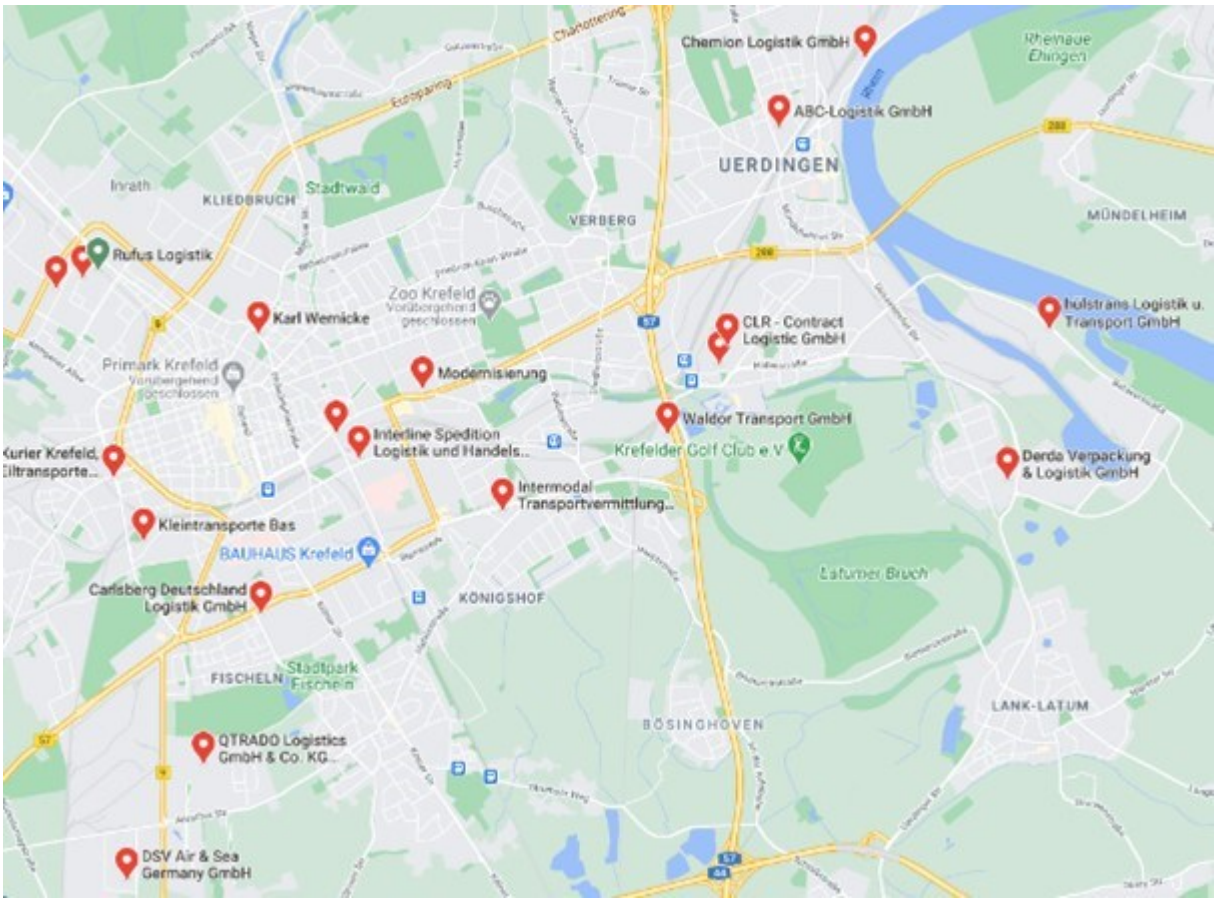


Abbildung 5-22: Wichtige Produzenten, Dienstleister

5.2.5 Rheinhafen Krefeld

5.2.5.1 Standort

Krefeld liegt mit seinem Binnenhafen Krefeld am linken Ufer des Niederrheins (Kilometer 762,1 bis km 766,3). Der Hafen verfügt über eine hafeneigene Eisenbahn mit direktem Zugang zum internationalen Schienennetz und über eine gute Infrastruktur mit Anbindung an das öffentliche Straßen- und Autobahnnetz.

Die optimale Anbindung der Verkehrsträger Wasser, Schiene, Straße und Luft unterstreicht die Bedeutung dieses Standortes. So liegt der Hafenbahnhof direkt an der DB-Strecke Duisburg – Mönchengladbach. Die Straßenanbindung erfolgt über die Autobahnen A57 und A44 sowie die Bundesstraßen B288 und B7.

Der Rheinhafen Krefeld ist auf dem besten Wege zum Logistikzentrum für Stadt und Land.[720]

Mit der Gründung der Hafen Krefeld GmbH & Co. KG 2008 – in Partnerschaft mit den Neuss Düsseldorfer Häfen –, die der 2000-jährigen Geschichte des Rheinhafens die Krone aufsetzte, hat ein Logistikzentrum an Fahrt aufgenommen, das durch große Standortvorteile besticht. [721]

[720] (Rheinhafen Krefeld, 2021).
[721] (Rheinhafen Krefeld, 2021).

Die strategische Partnerschaft besteht mit den Anteilen der Stadt Krefeld von 51 % und den Neuss-Düsseldorfer Häfen (NDH) von 49 %.

2019 wurden bereits mehr als 5,5 Mio. t umgeschlagen. Damit behauptet sich Krefeld inzwischen als viertgrößter öffentlicher Binnenhafen in NRW. „Potenziale nutzen!“ – unter dieser Devise ziehen der Hafen mit dem hochmodernen trimodalen Containerterminal und das eigene Eisenbahnverkehrsunternehmen sowie die Eisenbahnwerkstatt an einem Strang.

Die Standortvorteile auf einen Blick:

- Vollständig trimodal erschlossenes Grundstückskontingent mit Flächenreserven.
- Zentrale Lage mit bester infrastruktureller Anbindung an alle europäischen Produktions- und Absatzgebiete.
- Unternehmenseigene Eisenbahn sowie Lok- und Güterwagenwerkstatt mit Anschluss ans DB-Netz.

Der Hafen verfügt über ein Flächenangebot zurzeit ca. 420 ha und besitzt ein Potenzial an Erweiterungsflächen in der Größenordnung von 45 ha. Der Rheinhafen liegt vor den Toren von Krefeld und damit im Ruhrgebiet, direkt am Absatzmarkt und verfügt über eine trimodale infrastrukturelle Anbindung (Wasser, Straße, Schiene) mit zahlreichen Umschlagmöglichkeiten für Schütt-, Stück-, Flüssig- und Schwergüter sowie Container. Zwei eigene Container-Terminals stehen dazu bereit.

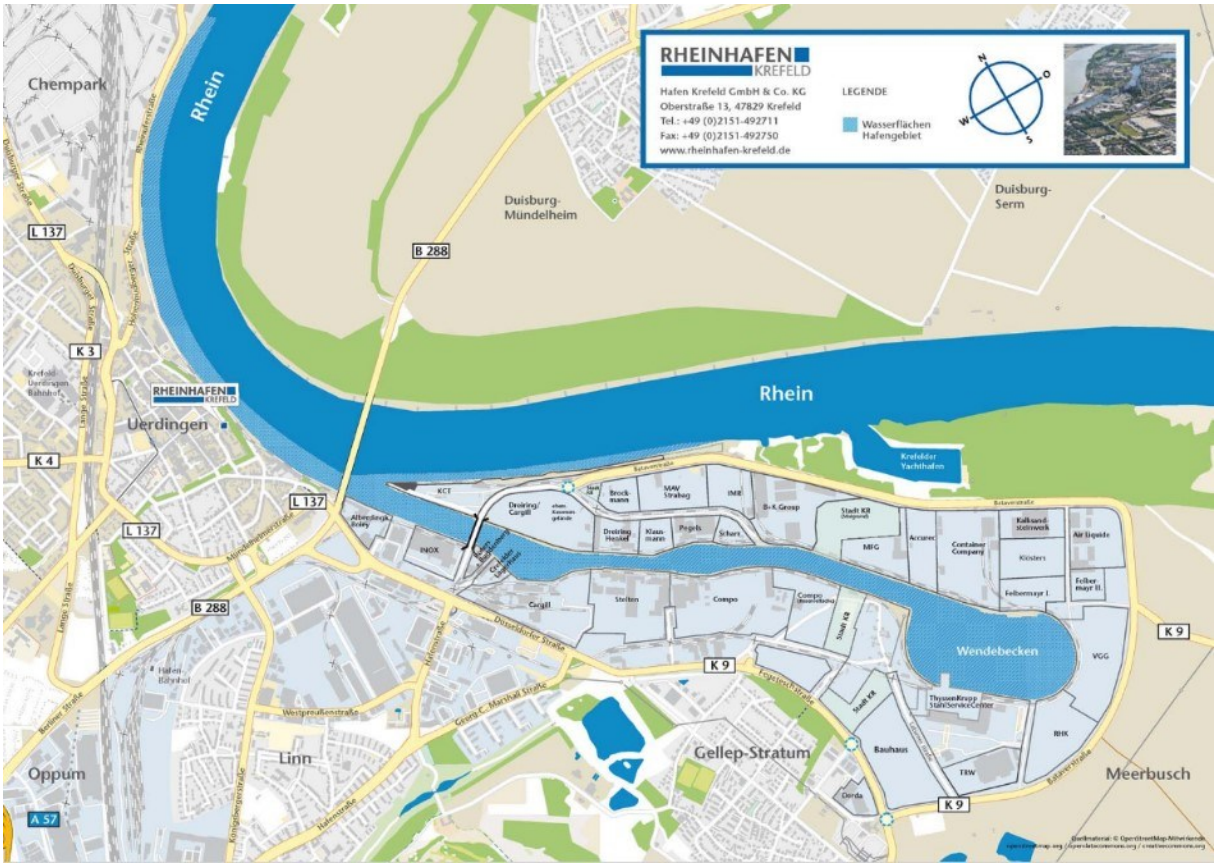


Abbildung 5-23: Hafenplan Rheinhafen Krefeld [722]

[722] (www.rheinhafen-krefeld.de, o.J.b).

5.2.5.2 Hafen-Steckbrief Krefeld

Unternehmen	Gelände/ Hafenbetrieb	Bahnbetrieb
Umschlag 2019: 5,5 Mio. t	420 ha Fläche	6 Lokomotiven
56 Mitarbeiter	45 ha Reservefläche	50 km Gleisnetz
	7 Krananlagen	40 Anschließer mit direktem Zugang zum Gleisnetz
	11,4 km Uferlänge am Rhein/ Hafenkanal/ Wendebecken	Werkstatt mit ca. 1.200 m² Fläche
	Davon 7,1 km ausgebaute Uferlänge	
	145.500 m² Lagerfläche	
	50.300 m³ Tankräume	

Tabelle 5-6: Kennzahlen Krefeld Hafen

5.2.5.2.1 Umschlag

Der Rheinhafen Krefeld ist der viertgrößte Hafen in NRW. Die Hauptgütergruppen sind Stahl, Agrar- und Chemieprodukte, Container sowie Schwergut- und Projektladungen. Das Umschlagsvolumen liegt bei mehr als 5,5 Mio. t im Jahr 2019, wovon ca. 3,5 Mio. t über Schiff und ca. 2 Mio. t über die Schiene abgewickelt werden.

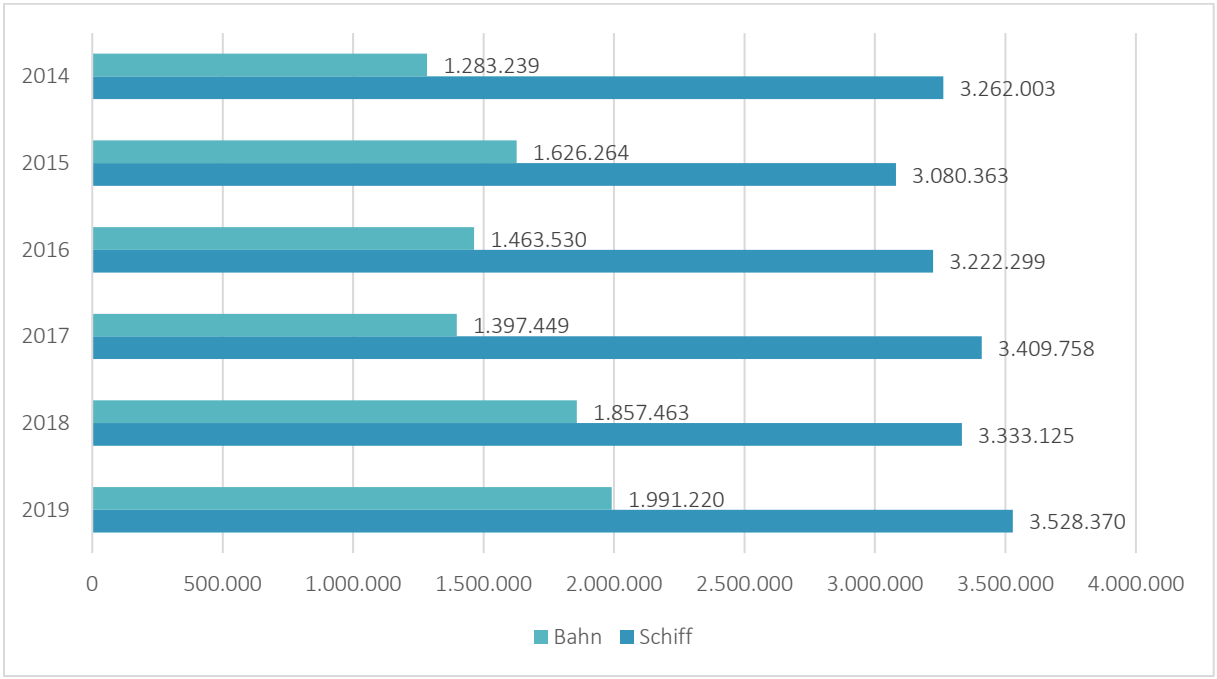


Abbildung 5-24: Güterumschlag Rheinhafen Krefeld (Eigene Darstellung) [723]

5.2.5.2.2 Infrastruktur

Der Rheinhafen Krefeld stellt alle für den trimodalen Güterumschlag notwenigen Infrastrukturen bereit. Zur Erhöhung der Schienenkapazitäten soll das Gleisnetz des Rheinhafens in weiten Bereichen zweigleisig ausgebaut werden (siehe Abbildung 5-25).

[723] (www.rheinhafen-krefeld.de).

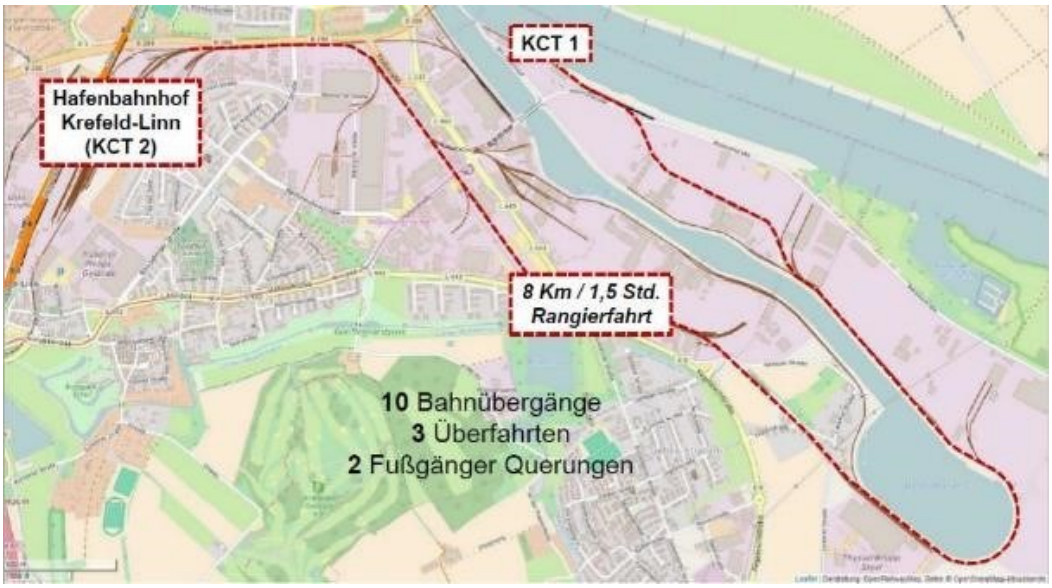


Abbildung 5-25: Übersichtkarte Gleisinfrastruktur Rheinhafen mit dem Krefelder Container Terminal (KCT) [724]

5.2.5.2.3 Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU)

Das Eisenbahnverkehrsunternehmen des Rheinhafens Krefeld bedient aktuell von zwei Standorten Kombinierte Verkehre aus/ nach Italien, Frankreich und Türkei. Diese erfolgen zum einem von Kaldenkirchen mit dem Partner CargoBeamer zu den Zielen Perpignan (F) oder Domodossala (IT) oder vom Hafenbahn Krefeld-Linn mit dem Partner Kombiverkehr GmbH & Co KG nach Mortare (IT) und mit dem Partner Mars Logistics Europa SA nach Halkali (TR).

Mit dem CargoBeamer können auch nicht kranbare Auflieger verladen werden, die ca. 85-95 % der aktuellen Trailer ausmachen. Die kranbaren Auflieger oder Container werden mit entsprechender Umschlagstechnik auf die Züge umgeladen.

Abbildung 5-26: Zugverbindungen Krefelder Container Terminal (KCT)

[724] Vgl. (Carnol, 2020, S. 9).

Abbildung 5-27: Übergabe Krefelder Container Terminal (KCT) an DB

5.2.5.2.4 Unternehmen, Gelände/ Hafenbetrieb, Bahnbetrieb

Ansässige Unternehmen am Rheinhafen Krefeld sind:

Unternehmen	Branche	Web
Accurec Recycling GmbH	Entsorgungsunternehmen	accurec.de
Air Liquide Deutschland GmbH	Lieferant von Gasen	de.airliquide.com
BAUHAUS EUROPA-Zentrallager	Baustoff Einzelhändler	bauhaus.info
Brockmann Holz	Holzhandel	brockmann-holz.de
B+K Group (Bönders GmbH, BKB Globe internationale Spedition GmbH)	Spedition	boenders.de
C.C. Holding GmbH	Kreislaufwirtschaft	cc-gruppe.com
Cargill	Nahrungs- und Genussmittel	cargill.de
COMPO EXPERT GmbH	Düngemittel	compo-expert.com
Derda Logistik GmbH	Transportlogistik	derda.de
Felbermayr Deutschland GmbH	Transportunternehmen	felbermayr.cc
GoodMills Deutschland, Ellmühle	Mühlenunternehmen	goodmills.de
Henkel AG & Co. KgaA	Chemie	henkel.de
IMR Innovative Metal Recycling GmbH	Recycling von Schrotten, Metallen und Verbundstoffen	imrecycling.de
Johs. Stelten GmbH & Co. KG	Logistikdienstleister	steltenkg.de
Kalksandsteinwerk Krefeld-Rheinhafen GmbH & Co. KG	Baustoffe	ksw-krefeld.de
KALLAS EDELSTAHL GmbH	Lagerhalter für Edelstahlhalbzeuge	kallas-edelstahl.de
KCT (Krefelder Container Terminal)	Trimodaler Containerumschlag	www.kct.container-terminal.de
Krones AG	Abfüllung und Verpackung von Getränken und flüssigen Nahrungsmitteln	krones.com
Lagerhaus Pegels GmbH & Co.KG	Logistikdienstleister für Schütt- und Stückgüter	pegels-gruppe.de
MAV Mineralstoff – Aufbereitung und – Verwertung GmbH	Entsorgungsunternehmen	mav-gmbh.com
Mfg Processing GmbH	Legierungen	mfg-germany.org/
RHW Klausmann GmbH & Co	Steinhändler	www.klausmann.com
Scharr CPC GmbH	Großhändler für gereinigte Kohlenwasserstoffe und Liquefied Petroleum Gas (LPG)	scharr.de

Unternehmen	Branche	Web
THK Rhythm Automotive	Autoteilehersteller	www.thk-rhythm-auto.eu
thyssenkrupp Materials Processing Europe GmbH	Metallverarbeitung	thyssenkrupp-materials-processing-europe.com/
VGG/ Amazon Verteilzentrum Krefeld GmbH	Versandhändler	vgg.ch amazon.de
Westfalen Gas	Handelsunternehmen für Flüssiggas	westfalen.com

Tabelle 5-7: Unternehmen am Rheinhafen Krefeld

Ansässige Unternehmen am Rheinhafen Krefeld westlich der Düsseldorfer Straße (Stadtteil Linn) sind:

Unternehmen	Branche	Web
DHL Solution GmbH	KEP-Dienstleister	www.dhl.de
KRos GmbH	Spediteur	kros-gmbh.de
Steinkühler SCL GmbH & Co. KG	Silolager und Containerlogistik	steinkuehler-spedition.de
Evonik	Logistikdienst	corporate.evonik.com
Fressnapf	Tierfutterhandel	fressnapf.de
Solenis	Chemie	solenis.com
Equva	Reitzubehör	equiva.com
Pro Schrott 100 GmbH	Schrotthändler	

Tabelle 5-8: Unternehmen im Stadtteil Krefeld Linn

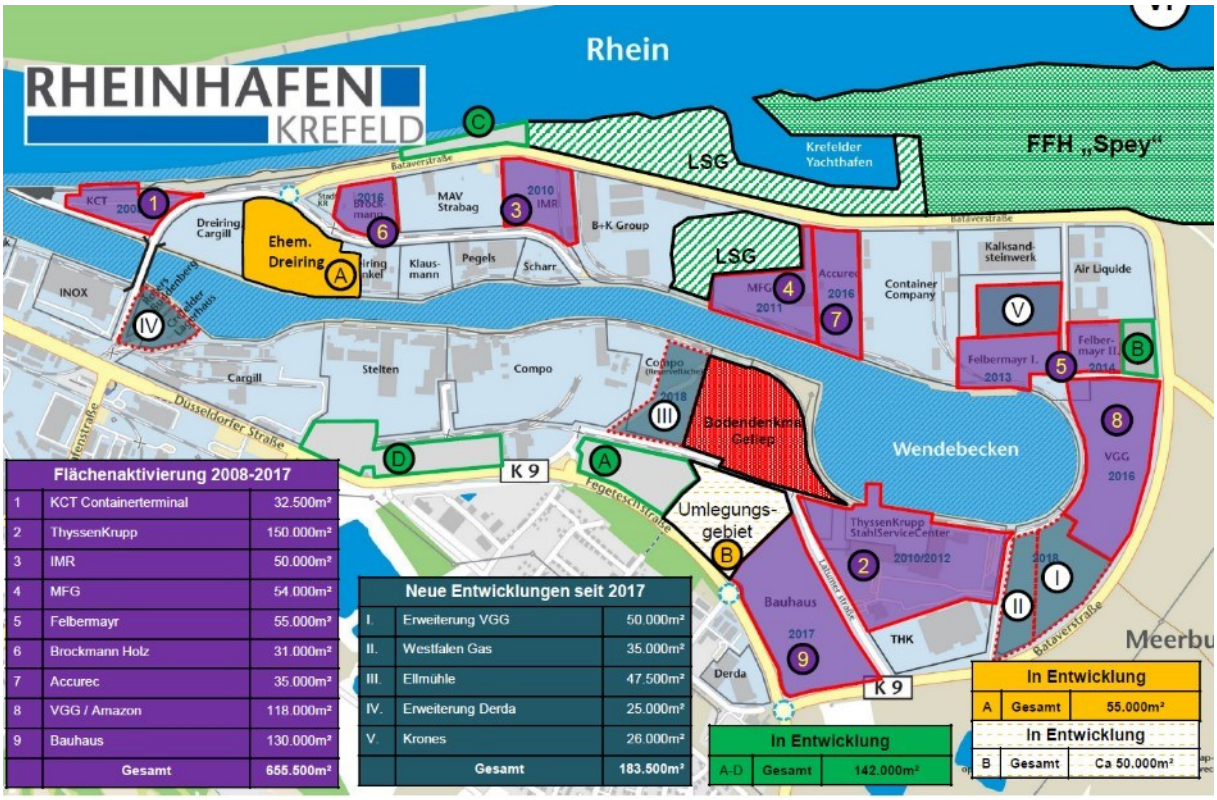


Abbildung 5-28: Anrainer Rheinhafen Krefeld [725]

5.2.5.3 Flächenpotenziale Rheinhafen Krefeld

Am Standort Rheinhafen Krefeld sind Unternehmen der Logistikbranche, der Stahlverarbeitung, der Futtermittelproduktion, der chemischen Industrie, Recycling-Betriebe sowie das trimodale Containerterminal KCT am Hafenkopf ansässig. Der Rheinhafen wird durch die Hafen Krefeld GmbH und

[725] Vgl. (Carnol, 2020, S. 16).

Co. KG als Tochtergesellschaft der Stadt Krefeld und der Neuss-Düsseldorfer Häfen betreut, entwickelt und vermarktet.[726]

Der Rheinhafen Krefeld verfügt insgesamt über 420 ha erschlossener Fläche. 75 ha sind Flächenreserven mit unterschiedlicher Verfügbarkeit für bestehende und neue Unternehmen. Nicht erst seit dem Zusammenschluss des Krefelder Hafens mit den Neuss-Düsseldorfer Häfen gewinnt dieses Reserveflächenpotenzial eine besondere Bedeutung für den Ausbau der regionalen Hafeninfrastruktur. Somit kann der Hafen Krefeld sogar die Flächenknappheit anderer Häfen in der Region kompensieren. Es existiert ein erhebliches Potenzial für den trimodalen Ausbau nordrheinwestfälischer Häfen. Hierdurch wird eine Verlagerung gewerblichen Verkehrs zwischen den niederländischen Seehäfen und dem Verdichtungsraum Rhein-Ruhr von der Straße auf Schiene und Wasserstraßen ermöglicht. Dieser bedeutenden Funktion wird der Rheinhafen Krefeld nur gerecht, wenn seine Flächenpotenziale nicht zur Deckung städtischer Gewerbeflächenengpässen benötigt werden müssten.[727]

Die industriellen Flächen des Hafens belaufen sich auf rund 260 ha und sind damit der zweitgrößte gewerblich-industrieller Standort in Krefeld hinter der Gewerbefläche in Krefeld-Fischeln. Der Standort ist planungsrechtlich nahezu vollständig über rechtskräftige Bebauungspläne abgesichert. Das Bauflächenpotenzial beläuft sich auf ca. 75 ha. Diese Reserven sollen – neben Erweiterungsflächen ortsansässiger Betriebe – für hafenaffine Nutzungen vorgehalten werden. Die Verbesserung der verkehrlichen Anbindung ist erstrebenswert und wird forciert[728]. Die Abbildung 5-29 zeigt einen Ausschnitt des Flächennutzungsplans rund um den Rheinhafen Krefeld, mit definierter Nutzungsart. Die dunkelgrau markierten Flächen besitzen die Nutzungsart GI (Industriegebiet). Hellgrau ausgefüllte Flächen sind GE-Flächen (Gewerbegebiet).

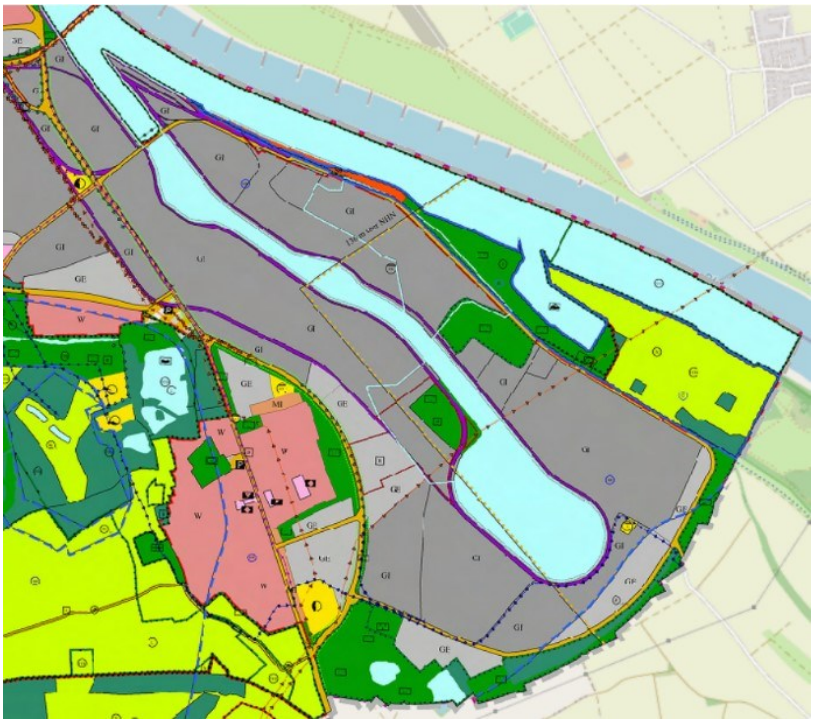


Abbildung 5-29: Ausschnitt des Rheinhafen Krefeld mit angegebener Baunutzung definierter Flächen

[726] Vgl. (Stadt Krefeld - Fachbereich Stadtplanung, 2015, S. 107).
[727] Vgl. (Stadt Krefeld - Fachbereich Stadtplanung, 2015, S. 102).
[728] Vgl. (Stadt Krefeld - Fachbereich Stadtplanung, 2015, S. 108).

Die Vermarktungsmöglichkeiten für Flächen im Hafengebiet sind begrenzt. Es stehen nur noch wenige Reserveflächen zur Verfügung. Zudem weisen einige der noch zur Verfügung stehenden Flächen Restriktionen (Naturschutz, Bodendenkmäler, vorhandene Betriebe) auf, die eine Bebauung verhindern bzw. teilweise erschweren. Im Hafen werden die Gewerbeflächen schwerpunktmäßig verpachtet.[729]

Eine kürzlich von der Grundstücksgesellschaft der Stadt Krefeld mbH & Co. KG und der IHK Krefeld beauftragtes Gutachten[730] weist noch eine freie, zusammenhängende Fläche (siehe Abbildung 5-30) von ca. 80.000 m² aus. Die unbebaute Fläche ist als baureife Industriefläche ausgewiesen und wird zurzeit von einem Anrainer zur Grundwasserförderung genutzt.

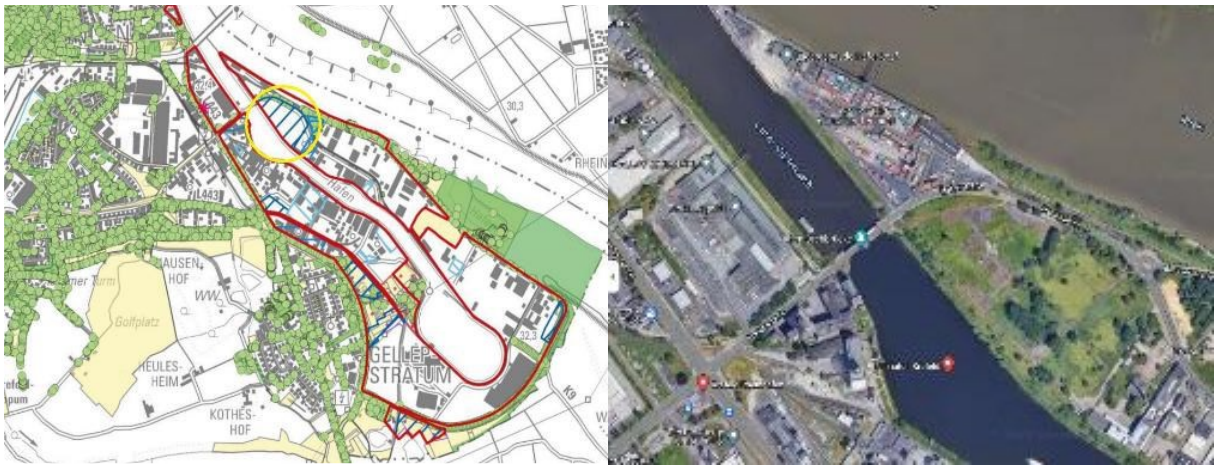


Abbildung 5-30: Potenzielle Flächen im Hafen Krefeld (siehe gelber Kreis)

Eine kleinere Fläche von ca. 2.000 m² belegt am Hafenkopf direkt neben den Container-Stellplätzen das denkmalgeschützte, historische Lagergebäude (siehe Abbildung 5-31). Ein Abriss würde die limitierte Stellplatzkapazität für Container deutlich entspannen.

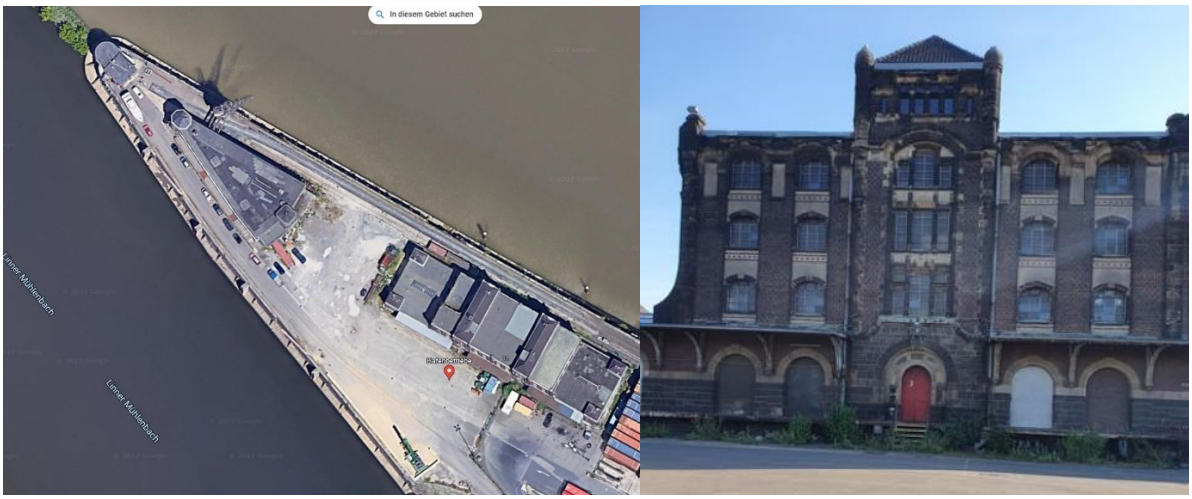


Abbildung 5-31: Hafenkopf mit historischem Lagergebäude

Weiterhin ist ungeklärt was mit den Gebäuden der Dreiring Werke passiert, die Ende 2020 in die Insolvenz gegangen sind. Das Grundstück, auf dem die Büro- und Produktionshallen stehen, ist ca. 18.500 m² groß.

729 Vgl. (Georg Consulting, 2013, S. 16f.).
730 Vgl. (GGK Grundstücksgesellschaft der Stadt Krefeld, 2022).

Etwa 1 km flussabwärts vom Hafenkopf Krefeld befindet sich die ehemalige Rheinwerft Uerdingen. Die Fläche inkl. der Gebäude des Zollamtes Uerdingen beträgt ca. 10.000 m². Für diese Anlegestelle würden sich Schiffe mit eigenem Kran anbieten. Dies wäre insbesondere für leere Container denkbar, um das Krefelder Container Terminal (KCT1) zu entlasten.

Abbildung 5-32: Anlandungspunkt Rheinwerft Ürdingen

Eine indirekte Erweiterungsmöglichkeit des Hafenbetriebes besteht in dem Ausbau des hafeneigenen Güterrangierbahnhofs (Hafenbahnhof Krefeld-Linn) im Stadtteil Linn zum Aufbau eines zweiten Krefelder Container Terminals (KCT2) mit direkter Anbindung die DB-Trasse als Trailer Port. Die Freifläche beträgt ca. 51.600 m². Dort ist eine große Krananlage von ca. 350 m Länge über vier Halbgleise geplant. Ziel wäre es 60.000 Ladungseinheiten pro Jahr umzuschlagen. Dazu müssen auch Anpassungen an die Straßeninfrastruktur vorgenommen werden.

Da das KCT2 etwas stadtnäher liegt als der Hafen, könnten von hier aus auch eine Stadtversorgung/ -entsorgung stattfinden. Über zusätzlich Büroflächen könnten zudem weitere Arbeitsplätze geschaffen.

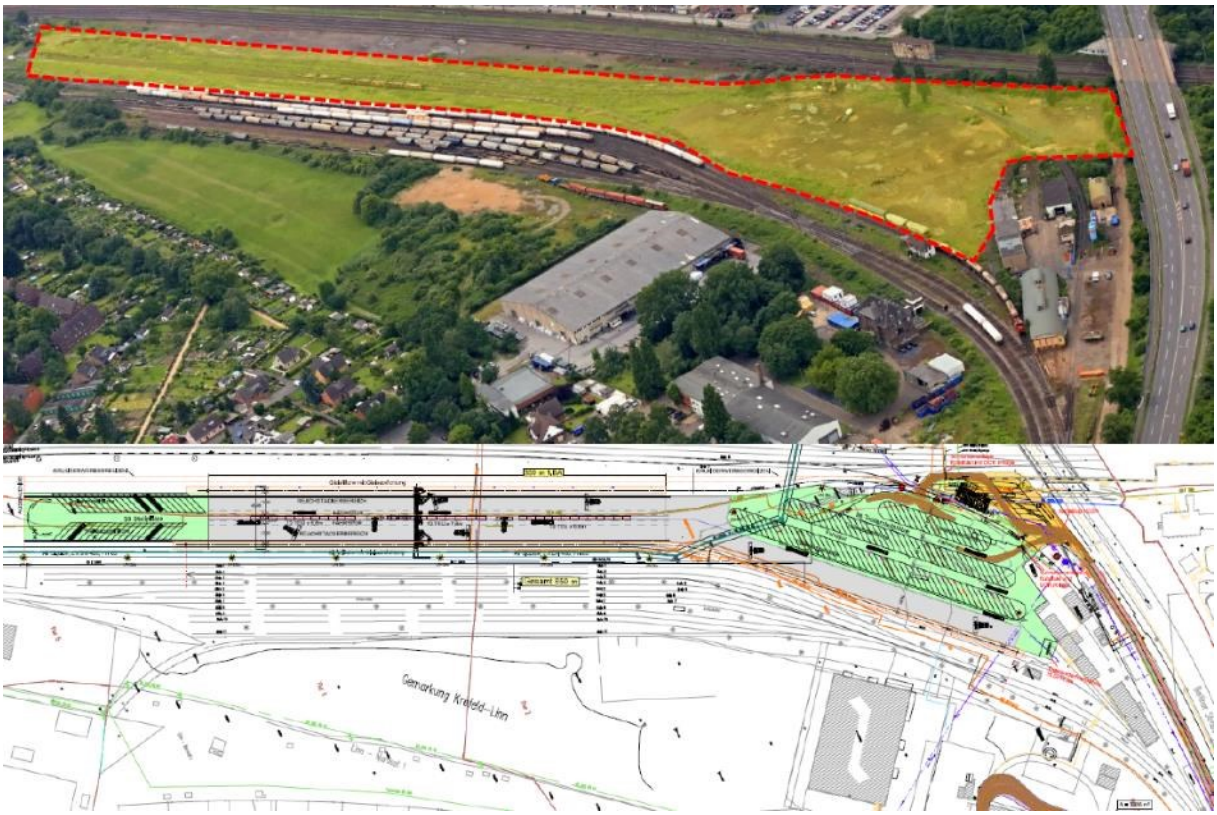


Abbildung 5-33: Ausblick Strategie Infrastruktur 2025 [731]

5.2.6 SPaCiH-Konzeption am Standort Krefeld

5.2.6.1 Umsetzungsszenarien und Business Ecosysteme

In Kapitel 2 wurden die Services eines SPaCiHs eingeführt und strukturiert beschrieben. Mit Hilfe der Services kann der Funktionsumfang eines SPaCiHs definiert werden. Für die Betrachtung des Rheinhafens steht die Hub-Funktionalität im Vordergrund, da die produzierenden Unternehmen am Standort einen rein industriellen Bezug haben. In Kapitel 2 wurde aufgezeigt, dass vier Hub-Typen zu unterscheiden sind, die in ihrem Funktionsumfang systematisch aufeinander aufbauen. Insgesamt kann festgestellt werden, dass es bisher keine Güterströme vom Hafen in die Stadt gibt. Daher war zunächst unklar, welcher SPaCiH-Funktionsumfang im Rheinhafen darstellbar ist. In einem Workshop am 31.05.2022 im Hafenamt zum Thema „Hafen und City-Versorgung“ wurden daher mögliche Optionen hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit im Hafen diskutiert. Im Folgenden werden die Realisierungsmöglichkeiten konkret für den Standort Krefeld mit den dort vorhandenen Gegebenheiten und Unternehmen dargestellt.

[731] Vgl. (Carnol, 2020, S. 21).

5.2.6.1.1 Umsetzung Hubtyp Umschlag

Abbildung 5-34 veranschaulicht den groben Prozess für die minimale SPaCiH Funktionalität als reinen Umschlag-Hub.

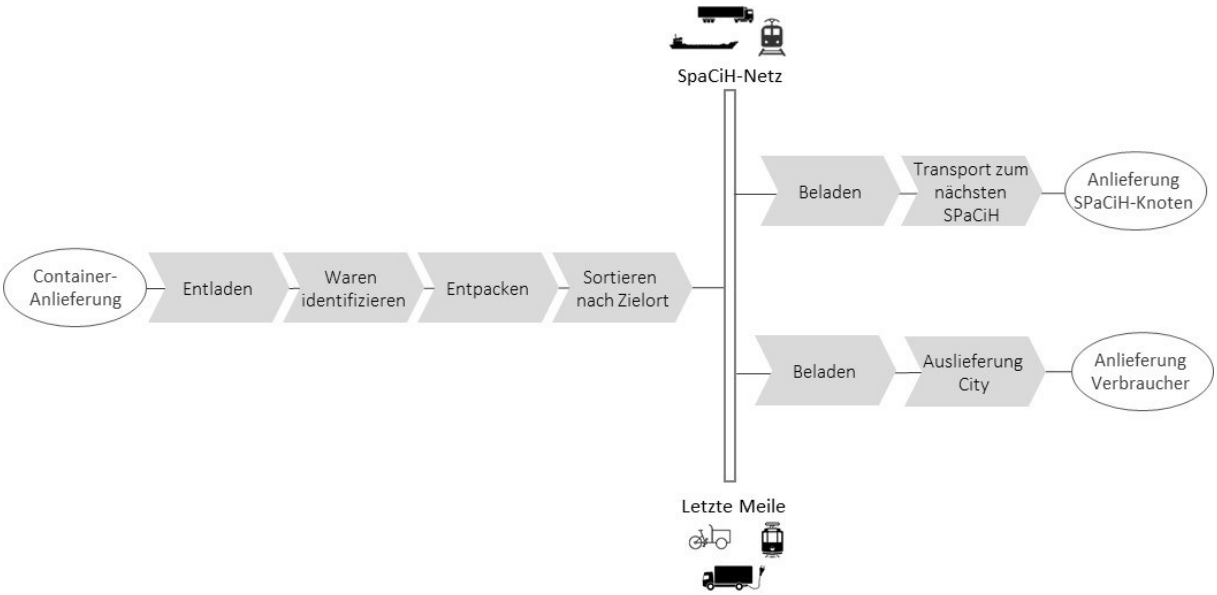


Abbildung 5-34: Umschlagsfunktion

Der Rheinhafen Krefeld verfügt über zwei Umschlagspunkte: Einmal das trimodale Krefelder Container Terminal 1 (KCT1) am Hafenkopf und dem geplanten Trailer Port KCT 2 im Linner Hafenbahnhof.[732]

Im KCT1 können durchschnittlich 80 bis 130 Container abgefertigt werden. Die Lagerkapazität beträgt ca. 1.400 TEUs, wobei mehrheitlich 40 Zoll-Container umgeschlagen werden. Die begrenzten Flächen und der störungsanfällige Portalkran erlauben zurzeit keine Erhöhung der Umschlags- und Lagerkapazitäten. Viele Anrainer beziehen daher schon heute ihre Container über Duisburg. Um die Standflächen für Leer-Container zu entlasten, werden Wasser-Taxis eingesetzt, um diese an die anderen Terminals des Neska-Verbundes[733] zu verteilen.

Die über Schiff/ Schiene ankommenden Container werden auf Lkws, darunter auch 20 eigene Lkws, in einem Umkreis von ca. 30 km an Endkunden transportiert (Umkreis aufgrund von „Einzugsgebieten“ anderer Terminals).

Grundsätzlich werden die Container als Einheit bewegt, eine Öffnung und Entladung ist im KCT 1 nicht vorgesehen.

Eine weitere Kapazitätsstelle wäre das geplante KCT2, welches als Ziel hat, pro Jahr 60.000 Ladungseinheiten umzuschlagen. Auch hier wäre es ein Einheitenwechsel zwischen Bahn und Lkw ohne Vereinzelung.

Die im Rahmen von Einzelinterviews geführten Gespräche mit Anrainern mit logistischem Hintergrund (Bönders, Derda, Amazon) zeigten eine grundsätzliche Bereitschaft, bereitgestellte Container „aufzubrechen“ und deren Inhalt nach Zielorten ladungsträgergerecht zu sortieren, sodass diese anschließend in das städtische Netz zur Feinverteilung eingespeist werden können. Es würde ein Weitertransport mit Mitteln der City-Logistik erfolgen (insbesondere E-Lkw, Lasten-Tram,

[732] Vgl. (Neue Pläne für den Hafenbahnhof, 2019).
[733] Vgl. (neska-richtet-wassertaxi-zum-containerterminal-ein, 2017).

Lastenfahrräder) vgl. Kapitel 5.2.6.2. Auch, wenn es bisher keine Lieferungen aus dem Hafen direkt an die Einwohner Krefelds gibt, konnten die Anrainer mit logistischem Hintergrund sich dies bei entsprechendem Volumen durchaus vorstellen. Für die Umsetzung des vom Rheinhafen ausgehenden Güterstroms würde ein Weitertransport von entsprechend konfigurierten Containern, Paletten und ggf. Behältern mit Lkw, Bahn oder Schiff erfolgen.

5.2.6.1.2 Umsetzungsszenarien Umschlag, Cross-Docking

Die angesprochenen Anrainer mit logistischem Hintergrund (Bönders, Derda, Amazon) sehen sich in der Lage, angediente Container auf neue Transportrelationen in einem Cross-Docking-Szenario umzupacken. In der Regel erfolgt dies heute für Lkws; Binnenschiffe oder Züge wären in einem SPaCiH-Netzwerk jedoch auch relevante weiterleitende Transportmittel.

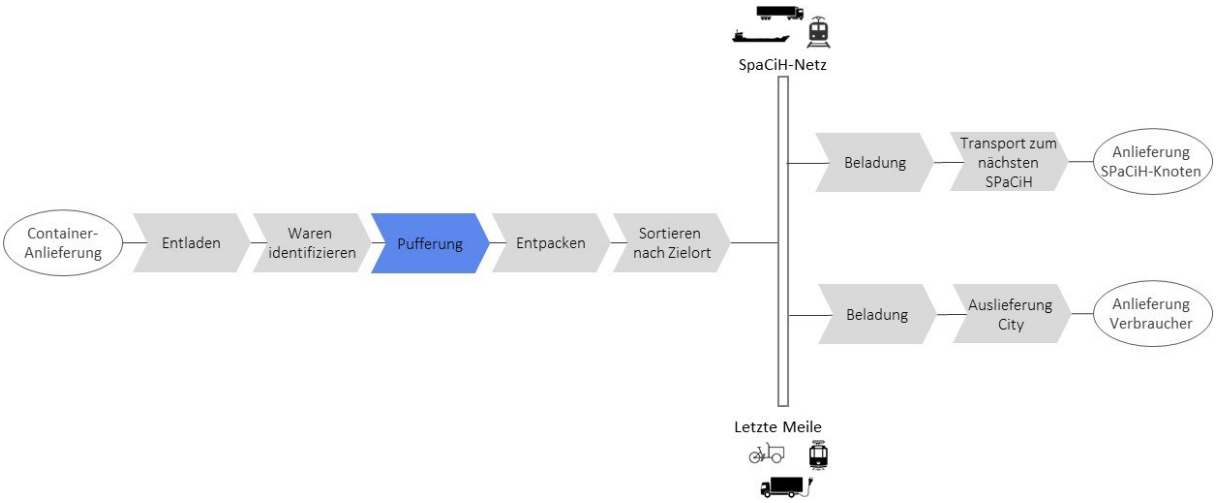


Abbildung 5-35: Crossdocking mit Container-Stripping/ Stuffing

5.2.6.1.3 Umsetzungsszenarien Umschlag, Cross-Docking, Lagerung

Die angesprochenen Anrainer mit logistischem Hintergrund (VGG, Bönders, Derda, Amazon) sehen sich zudem in der Lage, neben dem reinen Umschlag Waren temporär zu lagern. Entsprechende Flächen und Einrichtungen sind entweder dazu vorhanden oder können bei Bedarf akquiriert werden.

So befindet sich bei VGG neben einem Seecontainer-Lager (Lagerkapazität über 2.000 40-Fuß Seecontainer[734]) ein automatisiertes Hochregallager für Paletten und Kartons im Bau mit ca. 30.000 Palettenstellplätzen, welches für interne Zwecke und externe Kunden vorgesehen ist.

Weiterhin verfügen Bönders[735] (158.000 m²) und Derda[736] (allein in der Hafenstraße 22.000 m² Hallenfläche und 30.000 m² Freifläche) über signifikante Lagerkapazitäten; ebenso hat Amazon in seinem Sortierzentrum im Krefelder Hafen freie Kapazitäten.

[734] Vgl. (VGG Handels AG, 2023).
[735] Vgl. (Bönders GmbH Spedition, 2023).
[736] Vgl. (DERDA Gruppe, 2023).

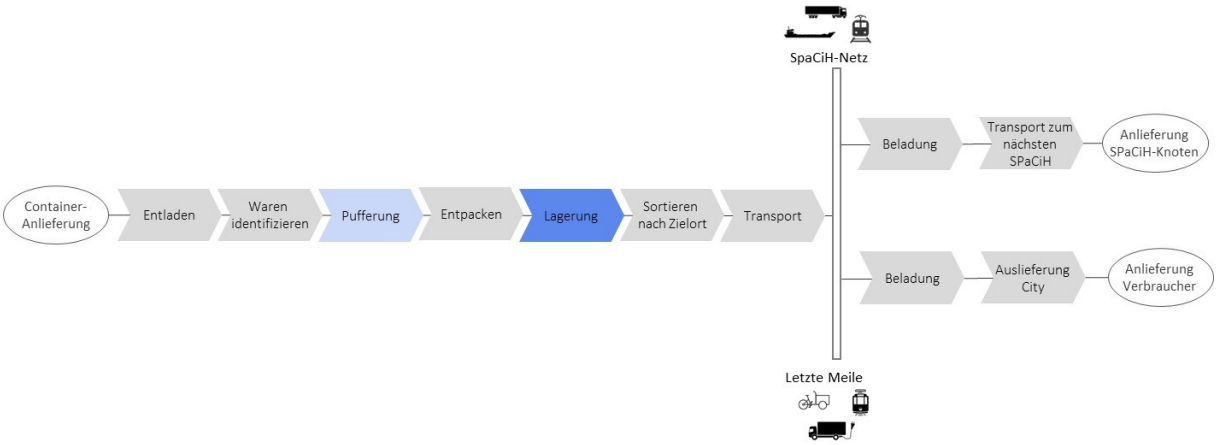


Abbildung 5-36: Containerhandling mit Warenlagerung

5.2.6.1.4 Umsetzungsszenarien Umschlag, Cross-Docking, Lagerung, VA-Services

Neben den klassischen logistischen Funktionen Transportieren-Umschlagen-Lagern (TUL) werden typischerweise weitere ergänzende Dienstleistungen erbracht (Value-Added Services), u.a.:

- Konfektionierung/ Kommissionierung
- Inventur
- Vor- & Demontage
- Verpackung (auch kundenspezifische Transport-Verpackungen)
- Etikettierung von Waren
- Verzollen bzw. Entzollen von Sendungen
- Warehousing, Wareneingang und -ausgang
- Belegerstellung
- Versandabwicklung

Geeignete Value-Added Services werden bereits oder könnten von den angesprochenen Anrainern mit logistischem Hintergrund (VGG, Bönders, Derda, Amazon) erbracht werden.

Zusammenfassend zeigt die Tabelle 5-9 die möglichen Umsetzungsoptionen der SPaCiH Hubfunktionalitäten im Rheinhafen Krefeld.

Funktions Modus	Kurz-beschreibung	Transport Eingang Akteure	Umschlag Akteure[737]	Cross-Docking Akteure	Lagerung Akteure	Transport Ausgang Akteure
Inbound (Fluss nach KR)	Umschlag von Ladungseinheiten für die städtische Versorgung	Schiff: Hafen KR (KTC1) Bahn: Hafen KR (KTC2) (Trailerport) Lkw: Bönders, Derda, Amazon	Bönders, Derda, Amazon	Bönders, Derda, Amazon	VGG, Bönders, Derda, Amazon	(E-)Lkw: Bönders, Derda, KEP DL KR Lastenrad: KEP DL KR Straßenbahn: Verkehrsbetriebe KR
Outbound (Fluss aus KR)	Anbindung an das SPaCiH- bzw. andere Logistik-Netze	Schiff: Hafen KR (KTC1)	Bönders, Derda, Amazon	Bönders, Derda, Amazon	VGG, Bönders, Derda, Amazon	Schiff: Hafen KR (KTC1)

[737] Entladen, entpacken, sortieren.

Funktions Modus	Kurz-beschreibung	Transport Eingang Akteure	Umschlag Akteure[737]	Cross-Docking Akteure	Lagerung Akteure	Transport Ausgang Akteure
		Bahn: Hafen KR (KTC2) (Trailerport) Lkw: Bönders, Derda, Amazon				Bahn: Hafen KR (KTC2) (Trailerport) Lkw: Bönders, Derda, Amazon

Tabelle 5-9: Zusammenfassung der Umsetzungsmöglichkeiten von SPaCiH Funktionalitäten im Rheinhafen Krefeld

5.2.6.2 Konzept City-Anbindung

Die Versorgung der Stadt Krefeld und des Umlandes mit Konsumgütern aus dem Hafen Krefeld heraus bedarf einer täglichen Transportleistung von ca. 1.600 Paletten bzw. ca. 600 t. Das entspricht in etwa ca. 50 Lkws mit 40 t Ladungskapazität oder ca. 105 Lkws pro Tag mit 7,5 t.

Basis sind die Berechnungen zum Warenkorb in Kapitel 8.4	Stadt Krefeld
Transportvolumen [Paletten/ Tag] Transportvolumen [t/ Tag]	1.592 589
Eingang [Anz. Lkw (40 t) à 34 Paletten]	47
Ausgang [Anz. Lkw (40 t) à 34 Paletten]	47
oder	
Ausgang [Anz. Lkw (7,5 t) à 15 Paletten]	106
oder	
Ausgang [Anz. Sprinter (3,5 t) à 800 kg]	736
oder	
Ausgang [Anz. Lastenräder 8 Touren à 50 kg]	11.751

Tabelle 5-10: Transportleistung City-Versorgung Krefeld

5.2.6.2.1 Straßenbahn

Die Straßenbahn der Linie 044 fährt vom Krefelder Rheinhafen durch die Krefelder Innenstadt bis Betriebshof Hüls. Es gibt immer wieder Pilotprojekte, wo Straßenbahnen für den Warentransport eingesetzt wurden. Die Krefelder Straßenbahn fährt Werktags ab 6:00 Uhr bis 20:00 Uhr im 15 Minuten Takt. Würde es gelingen, mit jeder Bahnfahrt eine Palette in die Stadt zu bringen, könnte man in den 14 Betriebsstunden nur 56 Paletten transportieren. Neben der kurzen Be-/ Entladezeit kommt erschwerend hinzu, dass es nur wenige Haltestellen gibt, die für eine Be-/ Entladung geeignet sind (siehe Abbildung 5-37). Nur 11 der 32 Haltestellen sind geeignet oder mit Einschränkungen, wenn man entsprechende Platzverhältnisse voraussetzt. Die Kriterien hierzu sind:

Standortkriterien für Beladestationen	Standortkriterien für Entladestationen
Keine Beeinträchtigung ÖPNV. Taktzeit zum beladen ≥ 7 Minuten	Barrierefreier Zugang
Haltestelle möglichst am Stadtrand	Keine Beeinträchtigung ÖPNV. Taktzeit zum Ausladen ≥ 3 Minuten – Abstellmöglichkeit von Containern – Mindestens 2,5-3,0 m Breite im Bahnsteigbereich – Mindestens 1,5-2,0 m Breite bei Haltestellen im Verkehrsraum – 2,0 m x 2,0 m bei Einplanung von Rampen zum besseren Be- und Entladen
Maximal 2 km bis Anschluss an Autobahn oder Hauptverkehrsstraße	Haltstelle möglich nahe des Zustellorts
Direkte Haltemöglichkeit für Güterverkehr, maximal 50 m Umkreis	
Barrierefrei: Rampen vorhanden Einstiegshöhe zur Bahn	

Tabelle 5-11: Standortkriterien für Straßenbahn-Stationen

Abbildung 5-37: Haltestellen Straßenbahn (Legende: Grün=geeignet, Gelb=mit Einschränkungen, Rot=ungeeignet)

Fazit: Mit der gegebenen IST-Situation erscheint eine Gütertram in Krefeld als nicht sinnvoll.

5.2.6.2.2 E-Lkw

Die Anzahl der elektrifizierten Lkws steigt langsam, aber stetig. Allen ist gemein, dass sie geringe Reichweiten bei reduzierter Zuladung (aufgrund der Batterie-Gewichte) zu höheren Investitionskosten gegenüber konventionellen Lkw haben. In der Klasse der 3,5 t ergeben sich je nach Batteriegröße Reichweiten bis 300 km. Die Zuladung liegt bei maximal ca. 1.000 kg. Bei einer mittleren Entfernung vom Hafengelände Krefeld in die Stadt Krefeld von 10 km und eine durchschnittliche Zuladung von 800 kg könnte ein E-Lkw ca. 15 Fahrten durchführen (300 km Reichweite div 2 x 10 km). Für die benötige Gesamttransportleistung von ca. 1.000 t wären demnach minimal ca. 84 (1.000 t div 15 x 800 kg) E-Lkws notwendig.

Da konventionelle Lkws der 3,5 t-Klasse eine technisch höhere zulässige Zuladung von ca. 1.300 kg aufweisen, würde das ein Zunahme der Lkw-Verkehre bei den E-Lkws bedeuten.

Fazit: E-Lkws reduzieren zwar die CO_2-Bilanz, erhöhen andererseits den Verkehr.

5.2.6.2.3 Lastenräder

Lastenräder besitzen nur einen eingeschränkten Aktionsradius, in dem sie ökonomisch einsetzbar sind. In der Regel beträgt dieser 2-3 km.

Fazit: Da der Rheinhafen Krefeld ca. 6 km von der Innenstadt Krefeld entfernt ist, ist eine Versorgung mit Lastenrädern direkt vom Hafen nicht sinnvoll. In Verbindung mit Mikrohubs (Kapitel 5.2.6.2.4) können sie sinnvoll eingesetzt werden.

5.2.6.2.4 Mikrohubs

Mikrohubs können eine Versorgung der Stadt Krefeld unter Zuhilfenahme alternativer Transportsysteme unterstützen. Würden beispielsweise die Hubs mit einem Abstand von ca. 4-6 km im Stadtgebiet Krefeld verteilt angeordnet werden, so könnte über eine Ver-/ Entsorgung über Lkws, um die Anzahl der Fahrzeuge zu minimieren, oder im Nacht- oder Frühmorgen-Sprung der Nachschub erfolgen. Die Feinverteilung könnte dann mit E-Lkws oder Lastenrädern erfolgen.

Alternativen für die Ver-/ Entsorgung der Hubs könnten ein Tunnelsystem oder Seilbahnen sein. Dadurch, dass hierbei eine Substitution von ca. 70 konventionellen Lkws pro Tag erfolgen müsste, ist eine Wirtschaftlichkeit nicht gegeben.

Fazit: Ein flächendeckendes Netz von Hubs, die mit konventionellen 40 t Lkw versorgt werden und eine Auslieferung über kleine E-Lkws/ Lastenfahrräder erfolgt, scheint sinnvoll (siehe Abbildung 5-38).

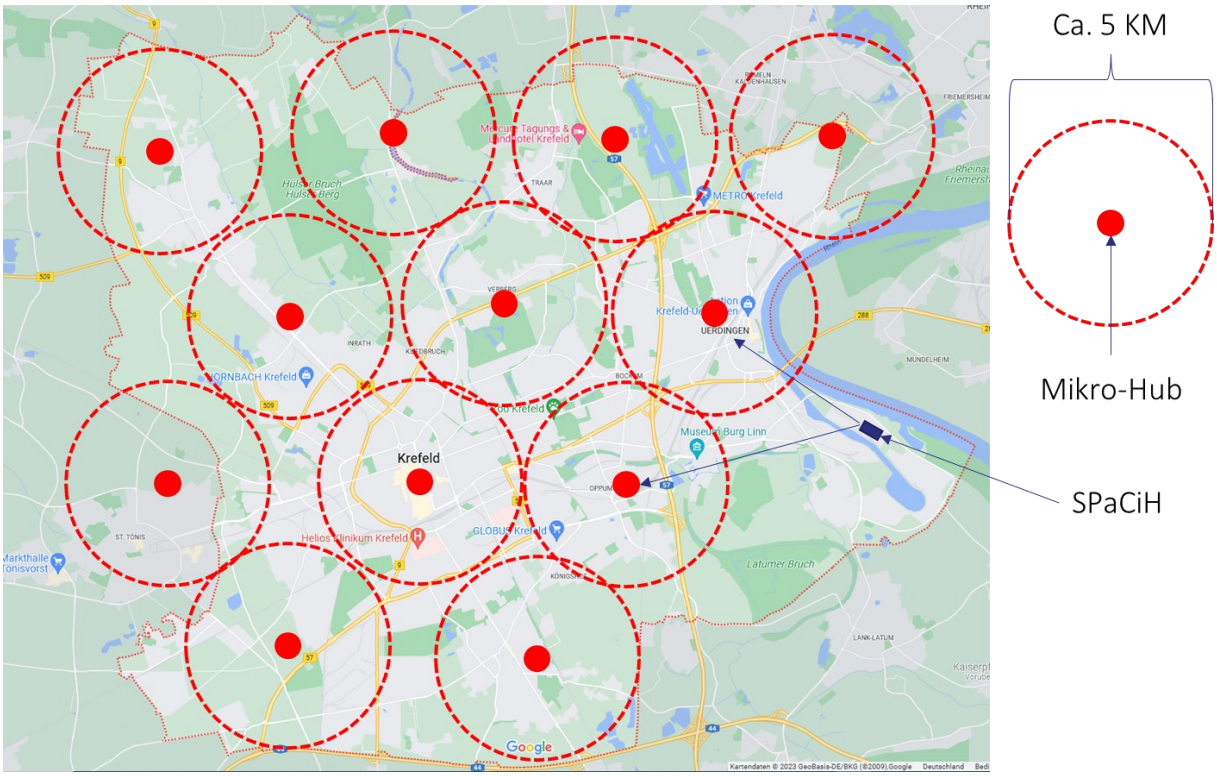


Abbildung 5-38: Flächendeckende Verteilung von Mikro-Hubs

5.2.6.3 Fazit und Handlungsempfehlungen

Für die Reduzierung der innerstädtischen Lieferverkehre können folgende Handlungsempfehlungen ausgesprochen werden.

Handlungsempfehlung I:

In einem Modellprojekt sollte die Verteilung der notwendigen City-Hubs am Pilotstandort Krefeld auf Machbarkeit geprüft werden. Diese sollten eine möglichst große Flächenabdeckung aufweisen und über geeignete Umschlags- und Lagerflächen verfügen. Auch die verkehrstechnische Anbindung muss gewährleistet sein.

Handlungsempfehlung II:

Über eine City-Maut zur Befahrung der Krefelder Innenstadt oder auch Teile davon könnte der Personen- und Lieferverkehr gesteuert werden. Dazu sind zunächst die rechtlichen Vorgaben der Straßenverkehrsordnung zu prüfen. Die Fahrzeuge erhalten gegen eine begrenzte zeitliche Nutzungsdauer eine entsprechende Vignette. Die Anzahl der Lieferfahrzeuge ließe sich dadurch reduzieren und zwingt die Lieferdienste dazu, ihre Zieladressen im Vorfeld zu konsolidieren. In einem Modellprojekt könnten auch ausgewählte Straßen in der Innenstadt zu Zero-Emission-Zonen erklärt werden.

Handlungsempfehlung III:

Schaffung von exklusiven Parkzonen in der Innenstadt für Fahrzeuge mit emissionsfreiem Antrieb und einer aktuellen Maut-Plakette.

Handlungsempfehlung IV:

Schaffung eines engmaschigen Netzes von Mikro-Hubs in der Krefelder Innenstand. Der Abstand zwischen zwei Hubs sollte nicht mehr als fünf Kilometer betragen. Krefeld hat eine Ausdehnung von ca. 12 x 12 km. Somit würden weniger als 16 Micro-Hubs ausreichend sein.

Handlungsempfehlung V:

Aufstellung von Paket-Stationen an hoch-frequentierten Stellen (in der Nähe von Supermärkten) sowohl für das Empfangen als auch das Versenden von Paketen (nach Wiener-Modellversuch[738]).

[738] Vgl. (vienna.at, 2022).

5.3 Kreis Wesel

5.3.1 Geografische Lage

Der Kreis Wesel wurde 1975 im Rahmen einer kommunalen Neugliederung gegründet und befindet sich als Teil der Region Niederrhein in Nordrhein-Westfalen[739]. Angrenzend an die Region Niederrhein befinden sich die Metropolregion Rhein-Ruhr, das Münsterland, die Niederlande und die Städteregion Aachen[740]. Die Gesamtfläche des Kreises Wesel beträgt 1.042,8 km², auf welcher insgesamt 460.433 Einwohner (Stand 2021) leben, die sich auf 13 Städte und Gemeinden verteilen[741]. In der Abbildung 5-39 ist die Lage des Kreises Wesel sowie die dem Kreis zugehörende Städte und Gemeinden dargestellt.

Abbildung 5-39: Gemeinden und Städte im Kreis Wesel[742]

Der Kreis Wesel grenzt an die Kreise Borken und Recklinghausen, Viersen und Kleve sowie an die kreisfreien Städte Bottrop, Oberhausen, Duisburg und Krefeld[743]. Zugehörig zum Kreis Wesel sind die Städte Xanten, Rheinberg, Kamp-Lintfort, Moers, Neukirchen-Vluyn (linksrheinisch), Hamminkeln, Wesel, Voerde und Dinslaken (rechtsrheinisch) sowie die Gemeinden Sonsbeck, Alpen (linksrheinisch),

739 Vgl. (Kreis Wesel, 2022a).
740 Vgl. (Kreis Wesel, 2022b).
741 Vgl. (Information und Technik Nordrhein-Westfalen, 2022, S. 3, 4) und (Kreis Wesel, 2022b).
742 Vgl. (LVR-Institut für Landeskunde und Regionalgeschichte, 2010).
743 Vgl. (Kreis Wesel, 2022c, S. 3).

Schermbeck und Hünxe (rechtsrheinisch)[744]. Die verschiedenen Städte und Gemeinden unterscheiden sich deutlich in ihrer Bevölkerungsdichte (siehe Tabelle 5-12). So befinden sich im Kreis Wesel sehr dichtbesiedelte Städte wie Moers (1.533,5 Einwohner/ km²) und Dinslaken (1.408,2 Einwohner/km²), aber mit Schermbeck (121,6 Einwohner/km²) und Hünxe (127,4 Einwohner/km²) auch sehr ländliche Gebiete.

5.3.2 Kommunen und Städte nach PLZ

Die nachfolgende Tabelle listet neben den PLZ die entsprechenden Kommunen und Städte und die Einwohnerzahlen und die damit verbundenen Flächen und Einwohnzahlen auf.

Postleitzahl	Kommune/ Stadt	Bevölkerung	Fläche (km²)	Einwohner/km²
46519	Alpen	12.528	59,60	210,2
46535/37/39	Dinslaken	67114	47,66	1.408,2
46499	Hamminkeln	26.900	164,53	163,5
46569	Hünxe	13.611	106,86	127,4
47475	Kamp-Lintfort	37.847	63,14	599,4
47441/43/45/47	Moers	103.725	67,64	1.533,5
47506	Neukirchen-Vluyn	27.613	43,50	634,8
47495	Rheinberg	30.863	75,24	410,2
46514	Schermbeck	13.464	110,71	121,6
47665	Sonsbeck	8.689	55,41	156,8
46562	Voerde	35.889	53,49	670,9
46483/85/87	Wesel	60.688	122,56	495,2
46509	Xanten	21.502	72,43	296,9
Kreis Wesel		460.433	1.042,77	441,5

Tabelle 5-12: Bevölkerung und Fläche der Kommunen im Kreis Wesel (Stand 31.12.2021)[745]

5.3.3 Verkehrsinfrastruktur

Der Kreis Wesel weist eine trimodale Verkehrsinfrastruktur auf, die im Folgenden beschrieben wird.

5.3.3.1 Binnenwasserstraßen

Der Niederrhein erstreckt sich von Köln bis Emmerich und verläuft demnach auch durch den Kreis Wesel (siehe Abbildung 5-39). Neben dem Niederrhein ist auch der Wesel-Datteln-Kanal von entscheidender Bedeutung für den Betrieb der ansässigen Binnenhäfen. Dazu zählen der Hafen Orsoy (Rheinberg-Orsoy), der Rheinhafen „Momm“ (Rheinberg-Borth) sowie der Hafenverbund DeltaPort GmbH & Co. KG, der den Städtischen Rheinhafen Wesel, den Rhein-Lippe-Hafen (beide Wesel) und den Hafen Emmelsum (Voerde) einschließt[746]. Der zwischen 1915 und 1931 erbaute Wesel-Datteln-Kanal (WDK) verbindet auf einer Länge von 60 km den Niederrhein mit dem Dortmund-Ems-Kanal und erschließt das nördliche Ruhrgebiet. Darüber hinaus ist der WDK eine bedeutende Durchgangswasserstraße zum östlichen Ruhrgebiet und über den Dortmund-Ems-Kanal zum Mittellandkanal. Im Jahr 2021 wurden auf dem WDK 19,06 Mio. t Güter transportiert[747]. Somit ist der WDK einer der meistbefahrenen Schifffahrtskanäle in Deutschland. Im Verlauf des WDK befinden sich sechs Schleusenanlagen. Die Schleusenbauwerke und der Schleusenausstattung sind für die seit Jahren steigende Schiffsgrößen und Schiffszahlen nicht dimensioniert. Das hohe Alter und der Verschleiß der Bauwerke könnten in Zukunft zu einem Ausfall führen.[748]

[744] Vgl. (Kreis Wesel, 2022a).
[745] Vgl. (Kreis Wesel, 2022d).
[746] Vgl. (Grauthoff, Steinhoff, & Mook, 2015, S. 40).
[747] Datenquelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), Genesis-Online; Datenlizenz by-2-0; eigene Berechnung.
[748] Vgl. (Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt, 2019, S. 72).

5.3.3.2 Schienenverkehr

Das ÖPNV-Angebot des Kreises Wesel umfasst insgesamt 66 ÖPNV-Linien mit etwa 2.000 Richtungshaltestellen, die von den Niederrheinischen Verkehrsbetrieben AG (NIAG), dem Regionalverkehr Niederrhein GmbH (RVN), der Duisburger Verkehrsgesellschaft AG (DVG) und den Stadtwerken Krefeld AG (SWK) in den kreisangehörigen Kommunen betrieben werden. Darüber hinaus verkehren 18 Linien von Taxi-Bussen und Anruf-Sammeltaxis sowie Bürgerbusse in mehreren Kommunen des Kreises (Alpen, Hamminkeln, Hünxe, Sonsbeck) als bedarfsergänzendes Mobilitätsangebot. Der Schienenverkehr hat sich parallel zum Rhein in Nord-Süd-Richtung entwickelt. Rechtsrheinisch befindet sich die zweigleisige, elektrifizierte Europalinie 35 „Basel-Köln-Amsterdam", welche ein Bestandteil des europäischen Hochgeschwindigkeitsnetzes ist und sowohl im Schienenpersonennahverkehr und -fernverkehr als auch im Ferngüterverkehr befahren wird. Linksrheinisch befindet sich eine Bahnstrecke von Moers über Rheinberg und Alpen nach Xanten. Das links- und rechtsrheinische Schienennetz sind durch die nördlichste Ost-West-Verbindung zwischen Moers und Duisburg miteinander verknüpft.[749] Darüber hinaus existiert im Kreis Wesel die Kreisbahn, welche sich vom Hafen Emmelsum bis zum Industrie- und Gewerbepark Hünxe erstreckt. Zudem ist die Kreisbahn an das Schienennetz der Deutschen Bahn AG in Spellen angeschlossen. Zukünftig sollen die Gütertransporte auf dem Westgleis intensiviert und weitere Betriebe im Industrie- und Gewerbepark Hünxe an das Ostgleis angeschlossen werden.[750]

5.3.3.3 Straßenverkehr

Der Kreis Wesel ist an folgende überregionale bedeutsame Bundesautobahnen angeschlossen:[751]

- A3 von Süddeutschland über das Ruhrgebiet und den rechten Niederrhein zur niederländischen Grenze bei Emmerich-Elten
- A31 als Verbindung vom Ruhrgebiet nach Emden
- A40 vom Ruhrgebiet zur niederländischen Grenze bei Straelen
- A42 von Kamp-Lintfort nach Dortmund
- A57 von Köln über den linken Niederrhein zur niederländischen Grenze bei Goch
- A59 von Dinslaken nach Duisburg

Neben den Bundesautobahnen ist der Kreis Wesel überdurchschnittlich mit Bundes-, Landes- Kreis- und Gemeindestraßen erschlossen[752].

5.3.4 Wirtschaft in Wesel

Die wirtschaftlichen Stärken des Kreises Wesel liegen in folgenden Bereichen: spezialisierte Logistikdienstleistungen, Transport- und Automatisierungstechnik, Spezialmaschinenbau, Energie- und Umwelttechnik, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Chemie- und Biotechnologie sowie Convenience-Food[753]. Generell ist die wirtschaftliche Entwicklung des Kreises stark vom Steinkohlenbergbau geprägt. Infolge der Stilllegung/ Zusammenlegung der Zechen verloren über 20.000 Menschen ihren Arbeitsplatz. Seither befindet der Kreis sich in einem Strukturwandel. Der Verlust der Arbeitsplätze im Bergbau konnte durch einen überproportional wachsenden Dienstleistungsbereich kompensiert werden.[754] Im Jahr 2021 waren im Kreis Wesel insgesamt 171.360 Beschäftigte gemeldet, wovon über drei Viertel der Beschäftigten auf den Dienstleistungssektor entfallen (siehe Abbildung 5-40). Darüber

[749] Vgl. (Grauthoff, Steinhoff, & Mook, 2015, S. 39, 40).
[750] Vgl. (Kreis Wesel, 2022e).
[751] Vgl. (Grauthoff, Steinhoff, & Mook, 2015, S. 39).
[752] Vgl. (Grauthoff, Steinhoff, & Mook, 2015, S. 39).
[753] Vgl. (Braun, Wolter, Stuhldreier, & Spitzner, 2015, S. 15).
[754] Vgl. (Kreis Wesel, 2022f).

hinaus machen die Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei 1,1 %, das Baugewerbe 6,7 % und das produzierende Gewerbe 16,3 % aus.

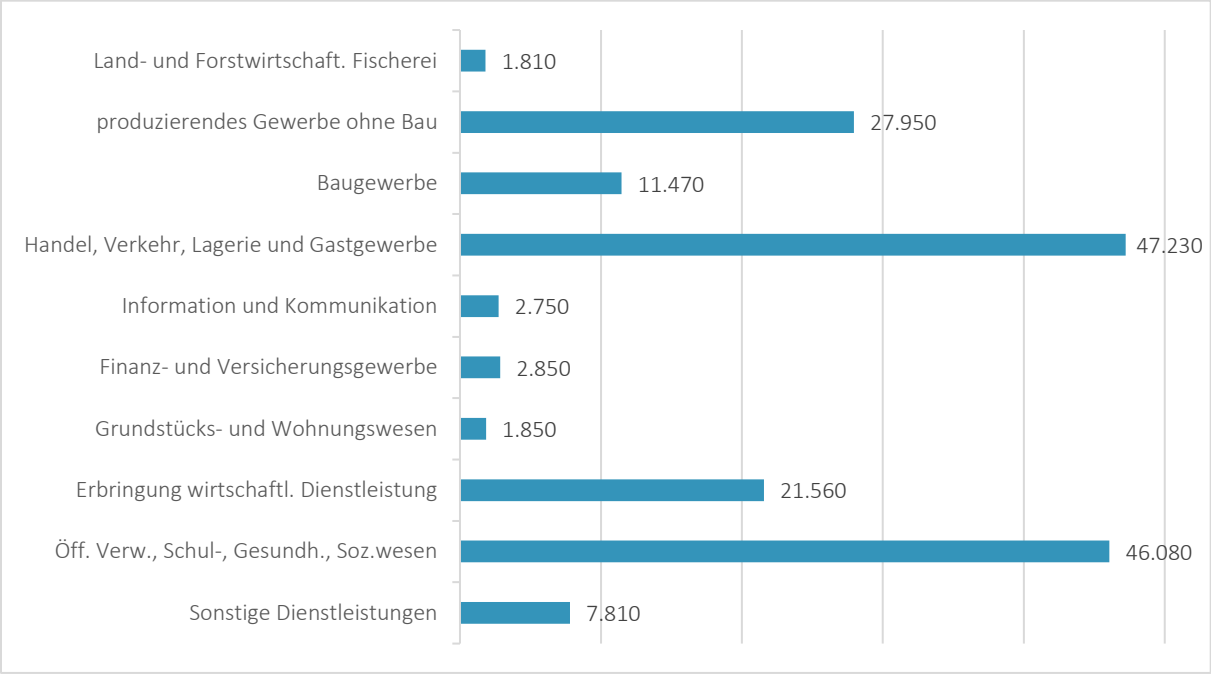


Abbildung 5-40: Anzahl der sozialversicherungspflichtigen und ausschließlich geringfügigen Beschäftigten im Kreis Wesel nach Wirtschaftszweigen (Stand 2021)[755]

5.3.5 Hafenverbund DeltaPort GmbH & Co. KG

5.3.5.1 Standort

DeltaPort GmbH & Co. KG ist ein Hafenverbund und liegt an der Zufahrt zum Wesel-Datteln-Kanal. Zum Hafenverbund gehören die drei Häfen „Hafen Emmelsum“ (in Voerde), „Rhein-Lippe-Hafen“ und der „Stadthafen Wesel“ (beide in Wesel).[756] Der Zusammenschluss der genannten Häfen hat das Ziel, eine ganzheitliche Entwicklung der einzelnen Hafenstandorte umzusetzen[757]. DeltaPort verfügt über Umschlagsmöglichkeiten für alle Umschlagsgüter. So wurden im Jahr 2021 in den Häfen von DeltaPort rund 4,0 Mio. t Güter umgeschlagen[758]. Der Stadthafen Wesel hat sich auf den Umschlag von Schüttgut und Agrargut spezialisiert und der Rhein-Lippe-Hafen entwickelt sich zu einem Universalhafen. Darüber hinaus fokussiert der Hafen Emmelsum sich auf den multimodalen containerisierten Verkehr.[759] DeltaPort befindet sich aufgrund seiner Lage in der unmittelbaren Nähe eines großen Absatzmarktes[760]. So können in einem Radius von 500 km um Voerde und Wesel insgesamt 160 Mio. Konsumenten erreicht werden[761]. Darüber hinaus ist DeltaPort an alle Verkehrsträger angebunden. Der Rhein verbindet DeltaPort mit den ARA-Häfen und über den Wesel-Datteln-Kanal ist der Hafenverbund an das gesamtdeutsche Kanalnetz angebunden. Über die Autobahnanschlüsse zur BAB 3 (Emmerich-Oberhausen), BAB 57 (Nimwegen-Köln) und BAB 31 (Bottrop-Emden) bestehen Verbindungen zum Rhein-Ruhrgebiet und zum Ems- und Münsterland. Des Weiteren verfügen der Stadthafen Wesel und der Hafen Emmelsum über eigene Bahnanbindungen und sind an die DB-Strecke Emmerich-Oberhausen

[755] Vgl. (Bundesagentur für Arbeit, 2022).
[756] Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2022a).
[757] Vgl. (Hansestadt Wesel, 2019, S. 6).
[758] Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2022b).
[759] Vgl. (Hansestadt Wesel, 2019, S. 6).
[760] Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2019a).
[761] Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2019b, S. 8).

angebunden. Außerdem befinden sich die internationalen Flughäfen Düsseldorf und Köln-Bonn sowie der regionale Flughafen Weeze in der Nähe.[762]

5.3.5.2 Hafen-Steckbriefe Wesel

Im Folgenden werden die drei Häfen der DeltaPort GmbH & Co. KG genauer vorgestellt. Der Hafen Emmelsum befindet sich am Rheinkilometer 813,24 km und ist an die Bundesstraßen B8 und B58, an die Autobahnen A3, A57 und A59 sowie an die Kreis- und Hafenbahn angebunden. Im Hafen befinden sich die Umschlagsbetriebe Sappi Logistics Wesel GmbH, Contargo Rhein-Waal-Lippe GmbH und Jerich Germany GmbH (jeweils mit 50 t-Containerbrücke) und Trimet Aluminium SE (Saugheber), die den Güterumschlag und die Lagerung von Papier, Zellstoff, Stückgut, Containern, Aluminiumoxid und Petrolkoks ermöglichen.[763] Die Eigenschaften der Kaianlage des Hafens sind in der Tabelle 5-13 dargestellt.

	Nordkai	Ostkai Nord	Ostkai Süd	Westkai
Länge Anlegeplätze	215	135	180	290
Liegeplätze (135 m)	1	1	1	2
Liegeplätze (Kegel)	nein	nein	nein	nein
Höhe der Kaifläche ü. Wasserspiegel [m]	13,10 minus Pegel Wesel			
Wassertiefe [m]	Pegel Wesel + 1,20			
Ladegleise [m]	765 (Gleis 5/12) 765 (Gleis 6/7)	490 (Gleis 12) 338 (Gleis 13)	600 (Gleis 11)	350 (Gleis 8) 350 (Gleis 9)
zulässige Nutzlast [t/m²]	4	2	2	2 1 (Spwd.bereich 4 m)
zul. Trossenzug je Poller/Haltekreuz [t]	20	10/5	10/5	10/5

Tabelle 5-13: Eigenschaften der Kaianlage des Hafen Emmelsum[764]

Der Rhein-Lippe-Hafen befindet sich ebenfalls am Rheinkilometer 813,24 km mit Anschluss an den Wesel-Datteln-Kanal und weist dementsprechend dieselbe Straßenanbindung wie der Hafen Emmelsum auf. Zu den ansässigen Unternehmen zählen Nordfrost GmbH & Co. KG (Logistik), TanQuid GmbH & Co. KG (Lade-/ Löschbrücke mit Anlegedalben, Mineralölprodukte), Schwerlast Terminal Niederrhein GmbH (Schwerlastkran, Schwergut), GSR-Niederrhein GmbH & Co. KG (Altölaufbereitung).[765] Weitere Eigenschaften der Kaianlage im Rhein-Lippe-Haffen finden sich in der Tabelle 5-14.

Länge Anlegeplätze	300
Liegeplätze (135 m)	2
Liegeplätze (Kegel)	nein
Höhe der Kaifläche über Wasserspiegel	13,30 m minus Pegel Wesel
Wassertiefe	Pegel Wesel + 1,20 m
zulässige Nutzlast	7,5 t/m² 5,5 t/m² (Spwd.bereich 6 m)
zul. Trossenzug je Poller/ Haltekreuz	30 t

Tabelle 5-14: Eigenschaften der Kaianlage des Rhein-Lippe-Hafens[766]

Der Stadthafen Wesel befindet sich zwischen Rheinkilometer 814,50 km und 815,10 km. Der Hafen ist an die Bundesstraßen B8 und B58, an die Autobahnen A3, A57 und A59 sowie an die Hafenbahn mit Anschluss an die DB Netz-Strecke 2270 (Betuwe-Linie) angebunden. Zu den ansässigen Unternehmen zählen IMGRUND Silogistic GmbH (Schüttgut, Stückgut), Hülskens GmbH & Co. KG (Salz, Sand, Kies),

[762] Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2019b, S. 9).
[763] Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2022c).
[764] Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2022c).
[765] Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2022d).
[766] Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2022d).

Hülskens Wasserbau GmbH & Co. KG, Garant GmbH (Mineralölprodukte), Kurt Birkhoff KG (Futtermittel) und HOMA Raiffeisen GmbH (Futtermittelproduktion).[767] Die Eigenschaften der Kaianlage des Hafens sind in der Tabelle 5-15 dargestellt.

Länge Anlegeplätze	800
Liegeplätze (135 m)	5
Liegeplätze (Kegel)	nein
Höhe der Kaifläche über Wasserspiegel [m]	8,80 minus Pegel Wesel
Wassertiefe [m]	Pegel Wesel + 1,20
zulässige Nutzlast (allgemein)	20 kN/m²
zul. Trossenzug je Poller/ Haltekreuz	300 kN

Tabelle 5-15: Eigenschaften der Kaianlage des Stadthafen Wesel[768]

5.3.5.3 Flächenpotenziale

Um die Flächenpotenziale der DeltaPort-Häfen zu analysieren, wurden bestehende Flächennutzungs- und Bebauungspläne analysiert.

Rhein-Lippe-Hafen

Der Rhein-Lippe-Hafen Wesel soll zu einem Universalhafen für Flüssig-, Stück- und Schwergut sowie Container entwickelt werden[769]. Die Gesamtansiedlungsfläche im Rhein-Lippe-Hafen beläuft sich auf ca. 84 ha.[770] Der nördliche Teil des Rhein-Lippe-Hafens weist eine Gesamtfläche von ca. 47 ha auf und ist laut Flächennutzungsplan als „Sondergebiet Hafen“ ausgewiesen (siehe Abbildung 5-41, orange markiert). Durch die Aufschüttung des westlichen Teils des „Sondergebietes Hafen“ wurde 4,69 ha zur Hafenfläche hinzugefügt.[771] Die Flächen des „Sondergebietes Hafen“ sind aktuell vollständig belegt. Zu den angesiedelten Unternehmen zählen TanQuid GmbH & Co. KG, GS-Recycling GmbH & Co. KG, Hegmann Transit GmbH, Rhenus PartnerShip GmbH & Co. KG und Nordfrost GmbH & Co. KG. Im Süden des Hafens befindet sich aktuell eine freie Fläche mit einer Größe von 27 ha, die einen direkte Anbindung zur Wasserfläche hat.[772] Diese Freifläche ist als Industriegebiet ausgewiesen (siehe Abbildung 5-41, graumarkiert).

Aktuell beziehen sich drei Bebauungspläne auf das Hafengebiet: Die Bebauungspläne Nr. 233 „Rhein-Lippe-Hafen-Nord“ (Rechtskraft: 18.12.2019) und Bebauungsplan Nr. 239 „Am Rhein-Lippe-Hafen“ (Rechtskraft: 25.03.2020) sind bereits aufgestellt. Der Bebauungsplan Nr. 232 „Rhein-Lippe-Hafen-Süd“ für die Freifläche im Süden des Hafens befindet sich noch in der laufenden Planung.[773] Generell bietet die aufgezeigte Freifläche Potenziale für die Schaffung neuer Umschlagskapazitäten und die Ansiedlung hafenaffiner Unternehmen. Laut dem Struktur- und Nutzungskonzept bieten die Freiflächen Potenziale zur Entwicklung zum Universalhafen. Jedoch sollte der Fokus aufgrund der fehlenden Schienenanbindung zunächst auf den Wasser-Straße-Umschlag gelegt werden. Es werden folgende Ansiedlungen empfohlen: Schwerlastterminal, Stahl-Service-Center, Erweiterung Tanklager, Automobillogistik. Insbesondere wird die Ansiedlung eines Schwergutterminals empfohlen, da die Kombination der Verkehrsträger Straße und Wasserstraße ideal ist, um die Transportkosten und den Planungsaufwand zu reduzieren. Darüber hinaus ist die Positionierung als Seehafenhinterlandhub denkbar, um die Container für das Hinterland und für die Terminals in den Seehäfen zu sortieren. So

[767] Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2022e).
[768] Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2022e).
[769] Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2020a, S. 2).
[770] Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2022f).
[771] Vgl. (Hansestadt Wesel, 2022).
[772] Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2022f).
[773] Vgl. (Hansestadt Wesel, 2022).

können Anzahl der Terminalanfahrten sowie die Wartezeiten reduziert und somit die Attraktivität erhöht werden. Auf den trockenen Hafenflächen sollten hafenaffine Unternehmen angesiedelt werden, die auf den Schiffstransport angewiesen sind und sich auf Verpackungslogistik, Distributionszentren oder Stahlanarbeitungszentren fokussieren. Die Verpackungslogistik sollte sich auf Anlagen, Projektladung und Überseetransport konzentrieren, um so Synergieeffekte mit einem Schwerlastterminal zu erzielen. Generell sollten Logistikmobilien verschiedene Anforderungen erfüllen. Zum einen sollten Logistikmobilien die Bedarfe am Markt abdecken und auf wasserseitigen Umschlag angewiesen sein. Zum anderen sollte die beanspruchte Fläche rechteckig und mindestens 5 ha groß sein. Darüber hinaus spielen auch Kriterien, wie nutzbare Zeit des Tages oder die Verkehrsinfrastrukturanbindung, eine entscheidende Rolle. Um die Wettbewerbsposition des Rhein-Lippe-Hafens langfristig zu erhalten bzw. zu stärken, sollte eine Schienenanbindung des Rhein-Lippe-Hafens an der Strecke Spellen-Oberhausen in Erwägung gezogen werden.[774]

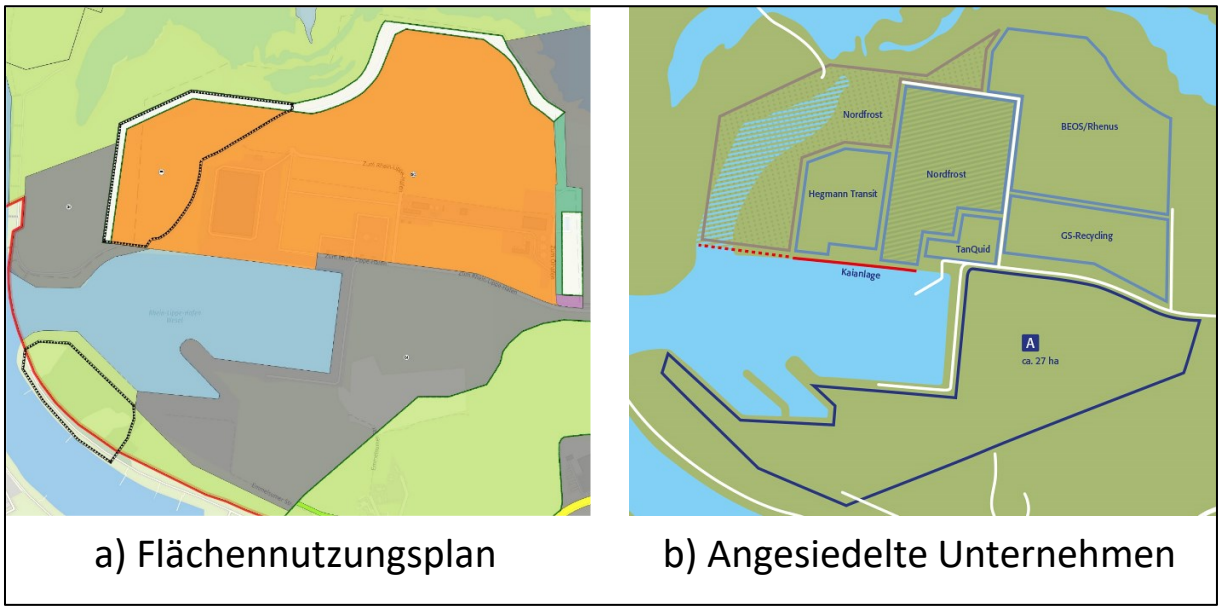


Abbildung 5-41: Flächennutzungsplan (a) und angesiedelte Unternehmen (b) am Rhein-Lippe-Hafen[775]

Hafen Emmelsum

Der trimodale Hafen Emmelsum befindet sich in Voerde und wird aktuell für den Umschlag von Container- und Stückgut genutzt. Für den Güterumschlag stehen drei Terminals zur Verfügung[776]. Zu den angesiedelten Unternehmen im Hafen Emmelsum zählen Jerich Germany GmbH, Sappi Logistics Wesel GmbH (beide Fokus auf Papier, Zellstoff und Stückgut), Trimet Aluminium SE (Aluminiumoxid, Petrolkoks) und Contargo Rhein-Waal-Lippe GmbH[777]. Das gesamte Hafengebiet ist als „Sondergebiet Hafen“ ausgewiesen. Aktuell existieren im Hafengebiet zwei Freiflächen. Zum einen befindet sich im östlichen Teil des Hafengebietes eine 6 ha große Fläche, die sofort nutzbar und hochwasserfrei ist. Zum anderen wird im westlichen Teil aktuell eine Fläche von 15 ha entwickelt, die durch Landaufschüttung ebenfalls hochwasserfrei gemacht werden soll und die eine Möglichkeit zur Gleisanbindung an die

774 Vgl. (Hansestadt Wesel, 2019, S. 9 f.).
775 Vgl. (Hansestadt Wesel, 2022) und (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2022f).
776 Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2020b, S. 2).
777 Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2022c).

Hafenbahn aufweist. Darüber hinaus wird die bereits vorhandene Kaimauer um einen Schiffsliegeplatz verlängert (siehe Abbildung 5-42).[778]

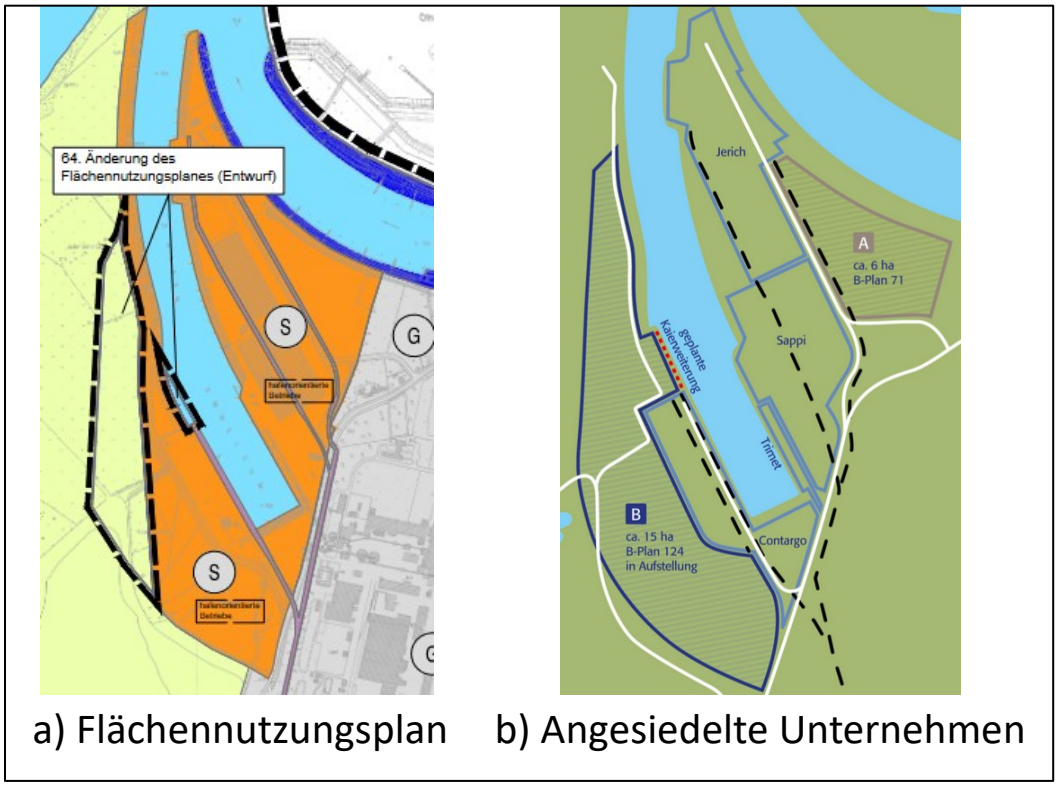


Abbildung 5-42: Flächennutzungsplan (a) und angesiedelte Unternehmen (b) am Hafen Emmelsum[779]

Aktuell beziehen sich zwei Bebauungspläne auf das Hafengebiet. Der B-Plan Nr. 71 „Hafen Emmelsum“ für die Fläche in der Größenordnung von 6 ha ist aufgestellt. Dagegen befindet sich der B-Plan Nr. 124 „Erweiterung Hafen Emmelsum“ für die Westerweiterung um 15 ha aktuell in Aufstellung.[780] Aus dem B-Plan Nr. 71 „Hafen Emmelsum“[781] lassen sich keine Anforderungen an potenziell ansiedelnde Unternehmen ableiten, da dieser im Jahr 1983 aufgestellt wurde und dementsprechend veraltet ist. Generell fokussiert sich die Entwicklung des Hafen Emmelsum insbesondere auf weitere Logistikansiedlungen wie etwa Distributionszentren mit Bezug zum Containerverkehr[782]. Darüber hinaus lässt sich aus dem Landesentwicklungsplan (LEP) NRW entnehmen die Freiflächen für hafenaffines Gewerbe (alle Betriebe, die einen funktionalen Zusammenhang mit dem Umschlag oder dem Betrieb eines Hafens aufweisen) vorzuhalten[783]. Das Planungsziel des B-Plan Nr. 124 „Erweiterung Hafen Emmelsum“ (Vorentwurf) ist die Erweiterung des Containerterminals, um so bedarfs- und zeitgerecht neue Containerumschlagskapazitäten gemeinsam mit direkt angrenzenden Logistikflächen zu schaffen. Der Hafen Emmelsum soll so entwickelt werden, dass dieser qualitativ und quantitativ geeignet ist, den prognostizierten, langfristigen Anforderungen des Marktes an Containerhäfen gerecht zu werden. Durch den Bebauungsplan Nr. 124 sollen insgesamt ca. 20,5 ha Sondergebiet „Hafenorientiertes

778 Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2020b, S. 2).
779 Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2022g) und (Stadt Voerde (Niederrhein), 2015).
780 Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2020b, S. 2).
781 Vgl. (Stadt Voerde, 1983).
782 Vgl. (MBWSV, 2014, S. 40).
783 Vgl. (Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 2020, S. 118 ff.).

Gewerbe“ entwickelt werden. Bei ca. 5,4 ha der Planfläche handelt es sich um eine Überplanung von bereits bestehendem Planrecht für Bauflächen im rechtskräftigen Bebauungsplan Nr. 71.[784]

Abbildung 5-43: Flächennutzungsplan „Westerweiterung Hafen Emmelsum“[785]

Der Bebauungsplan Nr.124 setzt die eigentlichen Hafenanlagen (SO-1) und den nachgelagerten, gewerblich-industriell zu nutzenden Bereich (SO-2) getrennt fest (siehe Abbildung 5-43). Auf dem Sondergebiet SO-1 „Hafenorientiertes Gewerbe“ dürfen ausschließlich Hafenbetriebsanlagen bzw. erforderliche Hafeninfrastruktur entwickelt werden. Innerhalb des SO-1 dürfen demnach Anlagen zum Be- und Entladen von Schiffen, Eisenbahnwagen und Lastkraftwagen sowie Abstellflächen für Verladegüter einschließlich Container sowie die erforderlichen Bewegungsflächen zugelassen werden. Auf dem Sondergebiet SO-2 „Hafenorientiertes Gewerbe“ dürfen erheblich und nicht erheblich belästigende Logistik- und Distributionsbetriebe untergebracht werden, die in einem funktionalen Zusammenhang mit dem Umschlag oder dem Betrieb eines Hafens stehen. Als „Hafenorientiertes Gewerbe“ könnten folgende Betriebe und Anlagen in Betracht kommen[786]:

- Betriebe und Anlagen der Beschaffungs-, Zwischenproduktions- und Distributionslogistik für Güter unterschiedlicher Art
- Betriebe und Anlagen zur Herstellung technischer Systeme und Hilfsmittel für die Transport- und Logistiktätigkeit
- Betriebe und Anlagen für logistikverwandte Dienstleistungen, wie Lagerhallen, Warendurchgangs- und Umschlagslager, Verkehrshöfe, Güterverkehrs- und Verteilerzentren
- Betriebe und Anlagen für Kurier-, Express- und Paketdienstleistungen sowie die hierzu erforderlichen Gebäude und Räume für Verwaltung, Dienstleistung und Versorgung
- Garagen, Stellplätze, sonstige Nebenanlagen gem. § 14 Baunutzungsverordnung (BauNVO)
- Tankstellen
- zugehörige Verwaltungsgebäude

[784] Vgl. (Stadt Voerde (Niederrhein), 2015, S. 1 ff.).
[785] Vgl. (Stadt Voerde (Niederrhein), 2015, S. 9).
[786] Vgl. (Stadt Voerde (Niederrhein), 2015, S. 10 f.).

Bei der Hafenerweiterung ist sicherzustellen, dass die Immissionsrichtwerte an den umliegenden Immissionsorten nicht überschritten werden. Es lässt sich festhalten, dass die durch die Erweiterung entstehenden Freiflächen ideal für ein SPaCiH-Konzept sind, da nicht nur ein wasserseitiger Container-Umschlag (Contargo) existiert, sondern auf den Freiflächen weitere Logistik- und Distributionsdienstleistungen angesiedelt werden können, die eine ganzheitliche Umsetzung eines SPaCiH-Konzeptes ermöglichen. Darüber hinaus sind auch in Ausnahmenfällen die Ansiedlung von Gewerbebetrieben aller Art zulässig (z.B. Wartungsunternehmen, Verpackungsherstellung oder Zwischenproduktionsschritte), wenn diese in einem funktionalen Zusammenhang mit dem Umschlag oder dem Betrieb des Hafens stehen.[787]

Stadthafen Wesel

Die Entwicklung des Stadthafens Wesel besteht in dem Erhalt und der Stärkung als Drehscheibe für den Umschlag von Agrar- und Massengütern.[788] Auf insgesamt 8 ha werden trockene Massengüter, insbesondere Getreide, Baustoffe und Salz, sowie Mineralöl für das örtliche Tanklager umgeschlagen.[789] Das gesamte Hafengebiet ist als „Sondergebiet Hafen“ ausgewiesen und weist eine Fläche von 22,78 ha auf (siehe Abbildung 5-44). Das Gebiet, welches linkseitig der Hafenstraße beläuft sich auf 8,49 ha und das Gebiet rechtsseitig umfasst 14,29 ha.[790] Die Flächen des Stadthafen Wesels sind vollständig belegt. Zu den angesiedelten Unternehmen zählen Garant GmbH (Mineralölprodukte), Imgrund Silologistic GmbH (Schüttgut, Stückgut), Homa Raiffeisen GmbH (Futtermittelproduktion), Hülskens GmbH & Co. KG (Salz, Sand, Kies), Kurt Birkhoff KG (Futtermittel). Aufgrund der fehlenden Freiflächen sollte sich mit den bestehenden Unternehmen über die Möglichkeit ausgetauscht werden, einzelne SPaCiH-Funktionen zu übernehmen.

Abbildung 5-44: Flächennutzungsplan: Stadthafen Wesel[791]

[787] Vgl. (Stadt Voerde (Niederrhein), 2015, S. 11).
[788] Vgl. (MBWSV, 2014, S. 40).
[789] Vgl. (MBWSV, 2014, S. 195).
[790] Vgl. (Hansestadt Wesel, 2022).
[791] Vgl. (Hansestadt Wesel, 2022).

5.3.6 SPaCiH-Konzeption am Standort Wesel

In diesem Kapitel werden – analog zum Kapitel 5.2.6 für Krefeld – potenzielle Umsetzungsszenarien für die SPaCiH-Konzeption am Standort Wesel beschrieben.

5.3.6.1 Umsetzungsszenarien und Business Ecosysteme

Um die Umsetzbarkeit der verschiedenen potenziellen Services (siehe Kapitel 2) eines SPaCiHs am Standort Wesel zu prüfen, wurde in einem Workshop am 25.05.2022 mit Vertretern der DeltaPort GmbH, der Rhenus Group und der Contargo Rhein-Waal-Lippe GmbH (ein Tochterunternehmen von Rhenus für den Umschlag von Containern) eine potenzielle SPaCiH-Konzeption am Standort Wesel diskutiert. Generell wurden Potenziale für eine industrielle Symbiose, logistische Services (Umschlag, Cross Docking, Lagerung und Value Added Services) sowie mögliche Smart-Park-Wertschöpfungen analysiert. Es zeigte sich, dass Vertreter von Rhenus und Contargo grundsätzlich in der Lage sind, einzelne SPaCiH-Funktionen zu übernehmen. Beide Akteure können sich vorstellen, bei der SPaCiH-Konzeption am Standort Wesel als umsetzungsorientierte Partner zu agieren und eigene Flächen, Suprastrukturen, Fahrzeuge und logistisches Know-how einzubringen. Hierbei ist den Akteuren jedoch wichtig, dass die potenziellen Implementierungen von SPaCiH-Funktionen wirtschaftlich sind und notwendige Investitionen durch Fördermittel unterstützt werden. Darüber hinaus zeigen sich am Standort Wesel Potenziale, Anwendungsfälle zu den Themen Wasserstoff, Lebensmittel oder Kreislaufwirtschaft umzusetzen. Im Folgenden werden die Services und deren Umsetzbarkeit am Standort Wesel genauer dargestellt.

5.3.6.1.1 Umsetzungsszenarien Umschlag

Die minimale SPaCiH-Funktionalität besteht in der Implementierung als reiner Umschlag-Hub (siehe Abbildung 5-34). Beim Umschlag-Hub werden die Container angeliefert und entladen, ehe Güter nach Zielorten sortiert und entweder auf der letzten Meile zum Endkunden oder zu einem anderen SPaCiH-Knoten geliefert werden. Zur Realisierung eines solchen Umschlag-Hubs stehen in den drei DeltaPort-Häfen unterschiedliche Umschlagskapazitäten zur Verfügung. Der Stadthafen Wesel hat sich auf den Umschlag von Schüttgut und Agrargut spezialisiert. Im Rhein-Lippe-Hafen befindet sich für den Umschlag eine Schwerlastkrananlage (Betrieb durch Hegmann Transit GmbH & Co. KG) und eine Mineralölumschlagsanlage (Betrieb durch TanQuid GmbH & Co. KG). Des Weiteren befindet sich ein Containerbrückenkran für den Schiffsumschlag durch die Nordfrost GmbH & Co. KG im Bau. Im Hafen Emmelsum befinden sich für den Containerumschlag drei Containerbrückenkrane (bis 50 t), welche durch die Unternehmen Sappi Logistics Wesel GmbH, Contargo Rhein-Waal-Lippe GmbH und Jerich Germany GmbH betrieben werden. Darüber steht für den Umschlag von Massengütern ein Saugheber zur Verfügung, welcher durch das Unternehmen Trimet Aluminium SE betrieben wird. Für SPaCiH ist insbesondere der Containerumschlag relevant, weshalb der Rhein-Lippe-Hafen als Universalhafen (bimodal) und vor allem der Hafen Emmelsum (trimodal) eine übergeordnete Rolle bei der SPaCiH-Konzeption am Standort Wesel spielen.[792] In den beiden Häfen befinden sich drei Containerterminals mit einer Kapazität von insgesamt 123.000 TEU. Ein Ausbau der Kapazitäten um weitere 50.000 TEU ist in Planung.[793]

Der Workshop vom 25.05.2022 zeigte, dass die Rhenus Group und die Contargo Rhein-Waal-Lippe GmbH grundsätzlich die Funktionen des Umschlag-Hubs übernehmen können. Contargo hat am Hafen Emmelsum die Möglichkeit, mit einem Containerbrückenkran Container auf die Verkehrsträger Bahn, Lkw und Binnenschiffe umzuschlagen. Der Containerbrückenkran weist eine maximale Nutzlast von 50 t auf. Das Terminal von Contargo beinhaltet für die Binnenschiffe zwei Liegeplätze mit einer Kailänge von

[792] Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2022h).
[793] Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2023, S. 8).

insgesamt 285 m und für den Schienengüterverkehr zwei Bahngleise mit einer Länge von 315 m. Darüber hinaus verfügt Contargo über einen Reachstacker.[794] Aktuell wird das Containerterminal von Contargo ausgebaut: das Unternehmen hat in 2022 eine angrenzende Fläche von 11.000 m² im Hafen Emmelsum übernommen. In der Folge soll bis 2025 das Terminal erweitert und der Kai um 130 m verlängert werden. Des Weiteren soll ein zweiter Containerbrückenkran gebaut werden. Rhenus baut aktuell im Rhein-Lippe-Hafen eine Logistikanalage mit 86.000 m², welche Mitte 2023 fertiggestellt werden soll. Hierbei handelt es sich um eine Multi-User-Anlage, die von verschiedenen Kunden der Konsumgüterindustrie für die Belieferung des Ruhrgebietes und des Rheineinzugsgebietes mit unterschiedlichen Gütern genutzt werden kann.[795] Mittels dieser Logistikanlage wäre Rhenus in der Lage, die logistischen Funktionen, wie Entladung der Container und Sortierung der Güter nach Zustellgebieten, zu übernehmen. Zur Belieferung der Güter auf der letzten Meile zu den Endkunden könnte ein KEP-Dienstleister eingesetzt werden.

5.3.6.1.2 Umsetzungsszenarien Umschlag, Cross-Docking

Neben dem Umschlag-Hub können die Güterströme innerhalb des SPaCiH-Netzes auch über Cross-Docking abgewickelt werden (siehe Abbildung 5-35). Generell zielt DeltaPort darauf ab, sich zu einer Logistikdrehscheibe zu entwickeln. Die von den niederländischen Seehäfen eingehenden Güterströme sollen per Binnenschiff und Schienengüterverkehr zu den DeltaPort-Häfen im Kreis Wesel transportiert werden. Dort sollen die Container entladen, die Güter nach den Zielorten sortiert und zu neuen Versandeinheiten zusammengefasst werden. Anschließend würden die Versandeinheiten innerhalb von NRW verteilt werden. Nach Dortmund kann dies mit dem Binnenschiff über den Wesel-Datteln- und den Dortmund-Ems-Kanal oder per Bahn erfolgen. Von Dortmund mit der Bahn nach Kreuztal bei Siegen und von dort nach Köln/Dormagen/Neuss/Duisburg. Bei diesem Ringverkehr sind nicht nur die Güter, sondern auch Leercontainer (und weitere Ladungsträger) zu verteilen.

Die notwendigen logistischen Services für ein solches Cross-Docking-Szenario könnten durch die Rhenus Group am Rhein-Lippe-Hafen erbracht werden. Aktuell wickelt Rhenus Container mit FCL und LCL für verschiedene Kunden ab. Rhenus hätte darüber hinaus auch die logistischen Kapazitäten, die Container nach der Anlieferung der Container zu puffern, die Waren zu identifizieren und nach Zielorten neu zu sortieren. Anschließend würden die Güter in neu zusammengestellten Ladungseinheiten entweder auf der letzten Meile an die Endkunden versendet oder innerhalb des SPaCiH-Netzwerkes weiter transportiert.

5.3.6.1.3 Umsetzungsszenarien Umschlag, Cross-Docking, Lagerung

Der Workshop vom 25.05.2022 hat ergeben, dass sowohl Contargo Rhein-Waal-Lippe als auch die Rhenus Group Lagerkapazitäten besitzen. Contargo hat Lagerkapazitäten von 1.500 TEU am Hafen Emmelsum. Darüber hinaus bestehen 16 Ladestationen für Kühlcontainer (Reefer).[796] Der bis 2025 geplante Ausbau des Containerterminals von Contargo umfasst auch die Erweiterung der Lagerkapazitäten um zusätzliche 800 Stellplätze[797]. Der Logistikdienstleister Rhenus baut aktuell am Rhein-Lippe-Hafen in Wesel in mehreren Bauschritten bis 2023 ein rund 85.000 m² großes Logistikzentrum und stellt dieses verschiedenen Kunden aus der Konsumgüterindustrie zur Verfügung[798]. Vier Hallenabschnitte werden für eine WGK3-Nutzung ausgestattet, sodass auch Gefahrstoffe eingelagert werden könnten[799]. Auch die Nordfrost GmbH & Co. KG baut gerade an einer

[794] Vgl. (CONTARGO, o.J.).
[795] Vgl. (DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung, 2022).
[796] Vgl. (CONTARGO, o.J.).
[797] Vgl. (DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung, 2022).
[798] Vgl. (DeltaPort Niederrheinhäfen, 2023).
[799] Vgl. (Rhenus SE & Co. KG, 2022).

Logistikanlage im Rhein-Lippe-Hafen, welche neben einer eigenen Containerbrücke für den Schiffsumschlag auch ein Tiefkühlhaus, Läger für Waren im plusgradigen Temperaturbereich, General Cargo sowie Projektverladungshallen enthalten. Der Betrieb des Logistikcenters ist für den Jahresanfang 2023 vorgesehen.[800]

5.3.6.1.4 Umsetzungsszenarien Umschlag, Cross-Docking, Lagerung, VA-Services

Generell ist die Rhenus Group in der Lage, logistische Dienstleistungen, wie Kommissionierung, Etikettierung von Waren, Inventur, Verpackung und Versandabfertigung sowie die Zollabfertigung von Sendungen, zu übernehmen. Die Übernahme von weiteren wertschöpfenden Aktivitäten durch Rhenus oder weitere Unternehmen sind abhängig von der Produktgruppen und von der Art und Weise der praktischen SPaCiH-Umsetzung und müssen in nächsten Schritten weiter diskutiert werden. In der Tabelle 5-16 sind zusammenfassend die logsistischen Kapazitäten der Anrainer im Rhein-Lippe-Hafen und im Hafen Emmelsum dargestellt.

Unternehmen	Umschlag	Transport	Lagerung	Cross-Docking,
Hegmann Transit GmbH & Co. KG	Schwerlastkrananlage	Bimodal	✓	✓
TanQuid GmbH & Co. KG	Mineralölumschlagsanlage	Bimodal	✓	×
Nordfrost GmbH & Co. KG	Containerbrückenkran (im Bau)	Bimodal	✓	✓
Rhenus Group	×	Bimodal	✓	✓
Sappi Logistics Wesel GmbH	Containerbrückenkran	Trimodal	✓	✓
Contargo Rhein-Waal-Lippe GmbH	Containerbrückenkran	Trimodal	✓	×
Jerich Germany GmbH	Containerbrückenkran	Trimodal	✓	✓
Trimet Aluminium SE	Saugheber	Trimodal	✓	×

Tabelle 5-16: Logistische Kapazitäten der Unternehmen im Hafen Emmelsum und Rhein-Lippe Hafen

5.3.6.1.5 Umsetzungsszenario Food Hub

Neben rein logistischen Funktionen sollen auch andere Anwendungsfälle in das SPaCiH-Konzept eingebunden werden. Diese Anwendungsfälle ergeben sich aus den lokalen Rahmenbedingungen der SPaCiH-Standorte. Der Standort Wesel bietet sehr gute Voraussetzungen für die Integration eines Food Hubs, welches auf die optimale Versorgung von Städten und Gemeinden abzielt. Wie in Kapitel 2.8.2.1 aufgezeigt, stellt ein Food Hub ein Ecosystem aus mehreren Unternehmen im SPaCiH-Netzwerk dar, bei welchem zahlreiche Lebensmittel von verschiedenen Produzenten aus der Region für die Region in einem SPaCiH gesammelt, ggf. weiterbearbeitet und anschließend gebündelt an die Zustellorte weitertransportiert werden. Die regionale Versorgung könnte im DeltaPort aufgrund seines Standortes und seiner logistischen Rahmenbedingungen im SPaCiH-Netzwerk ergänzt werden, indem der DeltaPort als Hinterlandhub für temperaturgeführte Nahrungsmittellogistik agiert. Ausgehend vom Hafen Rotterdam werden jährlich 60.000 Reefercontainer nach NRW transportiert. Diese temperaturgeführten Container, die per Seeschiff in Rotterdam eintreffen, werden aktuell überwiegend in niederländischen Kühlzentren entladen und im Anschluss per Kühlkoffer-Lkw an den Zielort im Hinterland transportiert. Durch die Implementierung eines „Cool Corridors“ zwischen den DeltaPort-Niederrheinhäfen und dem Hafen Rotterdam könnten die Fernstraßen entlastet und CO_2 eingespart werden, indem die temperaturgeführten Container per Binnenschiff oder Güterzug zu den DeltaPort-Häfen transportiert werden. In der Folge würde der Lkw nur noch auf der letzten Meile eingesetzt werden, wodurch die Lkw-Fahrtdistanzen minimiert werden und der Lkw-Fahrer mehrere Touren fahren könnte (höhere Effizienz). Die optimierte Logistikkette hätte auch für den Hafen Rotterdam in Form einer verbesserten Flächeneffizienz positive Auswirkungen. Ein wesentlicher Bestandteil des „Cool Corridors“ wäre der Standort von Nordfrost im Rhein-Lippe-Hafen, welcher die vollständige Tiefkühllogistik (Transport, Umschlag, Lager und Feindistribution) abwickeln könnte. Nordfrost wird

[800] Vgl. (NORDFROST GmbH & Co. KG, 2020).

über ca. 70 Ladestationen für Kühlcontainer (Reefer) verfügen, sodass die Güter zwischengelagert und gemischte Sendungen gebündelt an den Point of Sale oder an Großverbraucher verteilt werden könnten. Darüber hinaus kann Nordfrost auf ein bundesweites Logistiknetzwerk mit 40 Tiefkühllagerstandorten mit einer Lagerkapazität von derzeit 760.000 Palettenstellplätzen zugreifen.[801]

Ein weiterer integrativer Bestandteil des Food Hubs könnte der Lebensmitteleinzelhändler REWE sein, welcher sich ein 45.000 m² großes Grundstück mit Hafenanlage in Emmelsum gesichert hat. Bis zum zweiten Quartal 2023 soll hier eine Single-User-Logistikanlage mit einer Größe von 23.000 m² gebaut werden.[802] Speziell die Einbindung von Nordfrost, aber auch weiterer Unternehmen, wie REWE, könnte am SPaCiH-Standort Wesel einen Hub für die Abwicklung gekühlter und tiefgekühlter Ware in Verbindung mit der Bündelung überregionaler mit regionalen Lebensmittelströmen ermöglichen.

5.3.6.1.6 Umsetzungsszenario H_2-Hub

Ein weiterer Anwendungsfall eines SPaCiHs ist die Integration eines H_2-Hubs (siehe Kapitel 2.8.3), in welchem die Produktion, Nutzung sowie Distribution von Wasserstoff erfolgt. Die DeltaPort-Häfen streben zukünftig die regionale Versorgung mit Wasserstoff an. Damit dieses Ziel realisiert werden kann, haben sie sich gemeinsam mit dem Hafen Rotterdam, regionalen Unternehmen und Institutionen zur Arbeitsgemeinschaft „EcoPort 813- H2UB DeltaPort“ zusammengeschlossen. Konkretisiert werden die Wasserstoffziele in dem Umweltbericht von 2021 der DeltaPort-Häfen. In diesem Bericht werden die anstehenden und bereits laufenden Projekte gelistet und deren Inhalte beschrieben. Innerhalb des ersten Projektes „EcoPort813 – H2UB DeltaPort“ sollen eine Wasserstofftankstelle für Lkw sowie eine Abfüllstation für Wasserstoff-Gasdruckbehälter entstehen. Dem hinzugefügt soll die Abwärme, die durch industrielle Anlagen vor Ort erzeugt wird, für die Wasserstoffproduktion und zur Versorgung der Kühlhäuser am Standort eingesetzt werden. Das Unternehmen GS-Recycling plant zudem den Bau einer Elektrolyseanlage am Rhein-Lippe-Hafen mit einer Leistung von 15 MW. Mit den geplanten Anlagen zur Produktion von Wasserstoff sollen Schiffe, Lkw sowie sonstige Hafenfahrzeuge betankt werden können, deren Umrüstung auf Wasserstoff ebenfalls auf der Agenda steht. Vom Rhein-Lippe-Hafen bestehe außerdem die Möglichkeit überschüssigen Wasserstoff in die 300 m entfernte Pipeline von Thyssengas einzuspeisen.[803]

5.3.6.1.7 Umsetzungsszenario Circular Economy

Im Rahmen des SPaCiH-Konzeptes soll Circular Economy (CE) einen wichtigen Bestandteil einnehmen (siehe Kapitel 2.8.1). Generell bieten die Vernetzung der Logistik- und Produktionssysteme des SPaCiH-Netzwerkes sowie die unternehmensübergreifenden Kooperationen im Business Ecosystem zahlreiche Möglichkeiten CE-Strategien zu implementieren. Ein Fokus bei diesem SPaCiH-Sektor könnte auf dem Bausektor liegen. Im Industriepark Hünxe-Bucholtwelmen befindet sich das Unternehmen HDB-Recycling GmbH, das mineralische Abfälle, vor allem Bauschutt, zu recyceltem Kies, Sand und Stein verwertet. Kies und Sand gehören zu den am meisten geförderten Rohstoffen in Deutschland, jedoch wird die Förderung und Versorgung zunehmend schwieriger. Dies begründet sich in zunehmenden Flächenkonflikten, der geringen Verfügbarkeit von neuen Abbauflächen und der fehlenden Akzeptanz der Bevölkerung.[804] Deshalb bedarf es Alternativen, wie die Wiederaufbereitung von Sand und Kies aus Bauschutt. Mineralische Bauabfälle stellen mit 218,8 Mio. t (2018) die mengenmäßig größte Abfallgruppe in Deutschland. Aktuell werden lediglich rund 7 % dieser Mengen recycelt und in der Asphalt- und Betonherstellung eingesetzt. Demnach bestehen bei der Wiederaufbereitung von

[801] Vgl. (NORDFROST GmbH & Co. KG, 2020) und (DeltaPort GmbH & Co. KG, o. J.).
[802] Vgl. (DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung, 2022) und (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2022i).
[803] Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2023).
[804] Vgl. (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 2022).

Bauschutt zu Sand und Kies noch erhebliche Potenziale, welche durch die Integration dieses Ansatzes in das SPaCiH-Konzept genutzt werden könnten. Mit der HDB-Recycling GmbH bestehen am Standort die optimalen Rahmenbedingungen.[805] Der Ablauf könnte wie folgt aussehen: Der Bauschutt wird per Binnenhafen zum Stadthafen Wesel transportiert, in welchem wertschöpfende Aktivitäten zur Aufbereitung (Portionierung) des Bauschuttes angesiedelt werden können. Ausgehend vom Stadthafen würde der Bauschutt per Lkw zur HDB-Recycling GmbH transportiert werden, welches den Bauschutt zu Kies, Sand und Stein recyclen würde. Die Distribution der recycelten Produkte könnte per Bahn und/ oder Lkw erfolgen.

Auch bei den DeltaPort-Häfen zeigen sich BEST-Practices, um nachhaltige CE-Strategien zu implementieren. Im Rahmen des Projektes „EcoPort 813“ soll die überschüssige Abwärme der Aluminiumproduktion der Firma TRIMET (Hafen Emmelsum) als ressourcenschonende Energiequelle zur Versorgung von Logistikimmobilien verwendet werden. Die überschüssige Abwärme könnte zur Versorgung des Tiefkühllagers von Nordfrost genutzt werden.[806] Des Weiteren achtet DeltaPort bei der Ansiedelung neuer Logistikanalagen auf deren Zukunftsfähigkeit. So wird die geplante Logistikanalage von Rhenus vollständig recyclingfähig und aufgrund seiner Klemmbaustein-Bauweise laufend veränderbar und erweiterbar sein[807].

5.3.6.2 Konzept City-Anbindung

Im Rahmen der SPaCiH-Konzeption wird eine optimale Versorgung des Kreises Wesel angestrebt. Unter Annahme eines idealen Szenarios, in welchem die Belieferung des Kreises Wesel mit Konsumgütern vollständig über das SPaCiH am Standort Wesel (DeltaPort-Häfen) erfolgt, bedarf es einer täglichen Transportleistung von ca. 3.100 Paletten bzw. ca. 1.200 t. Das entspricht pro Tag in etwa 92 Lkw mit einer Ladungskapazität von 40 t oder ca. 209 Lkw mit einer Ladungskapazität von 7,5 t (siehe Tabelle 5-17).

Basis sind die Berechnungen zum Warenkorb in Kapitel 8.4	Kreis Wesel
Transportvolumen [Anz. Paletten/Tag]	3.128
Transportvolumen [t/Tag]	1.192
Eingang [Anz. Lkw (40 t) à 34 Paletten]	92
Ausgang [Anz. Lkw (40 t) à 34 Paletten]	92
oder	
Ausgang [Anz. Lkw (7,5 t) à 15 Paletten]	209
oder	
Ausgang [Anz. Sprinter (3,5 t) à 800 kg]	1.490
oder	
Ausgang [Anz. Lastenräder 8 Touren à 50 kg]	23.833

Tabelle 5-17: Transportleistung City-Versorgung Kreis Wesel

Für die optimale Versorgung des Kreises Wesel gibt es verschiedene Verkehrsmittel und Logistikkonzepte. Aufgrund der größeren Abstände der drei DeltaPort-Häfen zu den Städten und Gemeinden des Kreis Wesel im Vergleich zu der Situation im Hafen Krefeld wird der Einsatz nachhaltiger Verkehrsmittel, wie dem Lastenfahrrad, erschwert. Die Tabelle 5-18 zeigt die mittleren Entfernungen von den Häfen zu den Städten und Gemeinden des Kreises Wesel.

[805] Vgl. (SPD Ortsverein Rheinberg, 2021).
[806] Vgl. (NORDFROST GmbH & Co. KG, 2020).
[807] Vgl. (DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung, 2022).

Postleitzahl	Kommune/ Stadt	Stadthafen Wesel	Rhein-Lippe Hafen	Hafen Emmelsum
46519	Alpen	13,2	16,7	18,3
46535/37/39	Dinslaken	18,3	12,9	14,6
46499	Hamminkeln	10,4	15,1	16,7
46569	Hünxe	14,5	12,1	13,7
47475	Kamp-Lintfort	23,2	26,7	28,3
47441/43/45/47	Moers	29,9	33,4	36,3
47506	Neukirchen-Vluyn	35,9	39,4	41,0
47495	Rheinberg	17,8	21,3	22,9
46514	Schermbeck	21,7	23,4	25,0
47665	Sonsbeck	19,8	23,3	24,9
46562	Voerde	9,8	6,8	7,7
46483/85/87	Wesel	3,3	5,6	7,2
46509	Xanten	16,5	19,9	21,6
Mittlere Entfernung	[km]	18,0	19,7	21,4

Tabelle 5-18: Mittlere Entfernung Häfen zu Kommune/Stadt

Da bis dato der Stadthafen Wesel für einen Container-Umschlag technisch nicht ausgelegt ist und selbst die kürzeste Entfernung zur Stadt Wesel mehr als 3 km beträgt, ist der Einsatz von Lastenrädern von dem Stadthafen Wesel zu den einzelnen Versorgungspunkten nicht geeignet. Nur die Häfen Rhein-Lippe und Emmelsum verfügen über die Ent- und Beladungsmöglichkeiten von Containern. Aber auch hier liegen die Versorgungsgebiete deutlich über dem vertretbaren Radius eines Lastenfahrrads, sodass auch für diese Häfen der ausschließliche Einsatz des Lastenfahrrads nicht geeignet ist. Über ein Mikro-Depot-Konzept in Verbindung mit dem Einsatz von Lastenfahrrädern könnte die Versorgung des Kreises Wesel realisiert werden (siehe Abbildung 5-45).

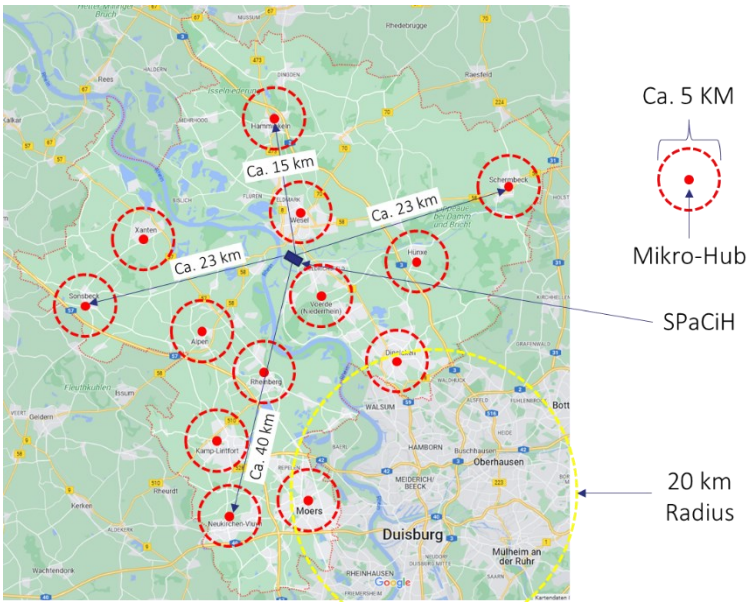


Abbildung 5-45: Versorgung Kreis Wesel über 13 Mikro-Hubs

Für die Versorgung des Kreises Wesels würden insgesamt 13 Mikro-Hubs platziert werden. Ausgehend von den Mikro-Hubs könnten Lastenfahrräder jeweils in einem Radius von 2,5 km um diesen Hub auf optimalen Rundreisen für die Belieferung auf der letzten Meile eingesetzt werden. Für die Belieferung der Mikro-Hubs könnten batteriebetriebene oder Wasserstoff-Fahrzeuge eingesetzt werden. DeltaPort und dessen Anrainer haben bereits erste Infrastrukturen und Know-how aufgebaut. So hat beispielsweise Rhenus Home Delivery seine Flotte um sieben vollelektrische Transporter mit

Ladebordwand ergänzt, die künftig für die innerstädtischen Mikrodepots eingesetzt werden.[808] Da sich die DeltaPort-Häfen künftig zu einem H_2-Hub entwickeln wollen, könnten Wasserstoff-Lkw von den Hafen-Standorten eine CO_2-neutrale Versorgung der letzten Meile übernehmen[809].

5.3.6.3 Fazit und Handlungsempfehlungen

Das Kapitel 5.3.6 zielte darauf ab, das SPaCiH-Konzept am Standort Wesel zu implementieren. Dies geschah zunächst auf konzeptioneller Ebene. Diese Überlegungen erfolgten jedoch in enger Abstimmung mit den DeltaPort-Häfen sowie mit Anrainern, wie Rhenus und Contargo. Generell lässt sich festhalten, dass die DeltaPort-Häfen und seine Anrainer die Expertise und Infrastruktur haben, um die logistischen Funktionen des SPaCiHs zu übernehmen. Speziell der Hafen Emmelsum und der Rhein-Lippe Hafen sollten aufgrund ihrer Möglichkeit, Container umzuschlagen, eine zentrale Rolle bei der SPaCiH-Konzeption spielen. Des Weiteren ermöglichen der Bau von modernen Logistikanalagen, wie Rhenus und REWE, oder bereits bestehender Anlagen, wie Nordfrost, die Möglichkeit, größere Gütermengen über das potenzielle SPaCiH-Netz abzuwickeln. Es zeigt sich, dass der Standort Wesel die Voraussetzungen aufweist, um SPaCiH-Funktionen zu übernehmen. Um die Praxistauglichkeit des SPaCiH-Konzeptes zu prüfen, muss das SPaCiH-Konzept am Pilotstandort Wesel als Modellprojekt/ Reallabor umgesetzt werden. Für den Standort Wesel ergeben sich hierbei drei konkrete Pilotvorhaben: a) Lebensmittel, b) weitere Konsumgüter und c) Circular Economy. Für einen Food-Hub sprechen die Ansiedelung von REWE im Hafen Emmelsum, das Vorhaben, zwischen DeltaPort und dem Hafen Rotterdam einen „Cool Corridor“ zu implementieren, sowie die zukünftigen Kapazitäten von Nordfrost, Tiefkühl- und Frischelogistik abzuwickeln (u.a. Containerumschlag und Lagerkapazitäten). Durch den „Cool Corridor“ können Lebensmittel nach Wesel transportiert und dann gebündelt auf der letzten Meile an die Endkunden transportiert werden. Des Weiteren sollte im Rahmen der Pilotierung gezielt regionale Produzenten angesprochen und in den Piloten integriert werden, um so einen Teil der regionalen Versorgung durch das SPaCiH abwickeln zu können. Ein weiterer Pilot könnte die Abwicklung von Konsumgütern (ohne Lebensmittel) sein. Dies wäre im Masterplan in Phase I vorgesehen. Rhenus liefert hierbei durch den Bau einer 85.000 m² großen Logistikanlage für die Konsumgüterindustrie die optimalen Rahmenbedingungen. Zur Planung des Piloten sollte zusammen mit Rhenus ausgearbeitet werden, welche Produktgruppen, Kunden und Zustellgebiete dafür in Frage kommen. Der dritte Pilot könnte sich auf Circular Economy fokussieren. Hierzu sollten zunächst die Stoff- und Energieströme im Kreis Wesel analysiert werden. Für die erfolgreiche Umsetzung von CE-Ansätzen könnte ein Netzwerk erstellt werden, um das Bewusstsein für CE in der Region zu stärken und Akteure und Branchen zusammenzubringen, die vorhandene CE-Potenziale nutzen. Im Rahmen der Living Labs gab es bereits einen ersten Austausch mit dem Netzwerk „Regionales Innovationsnetzwerk Stoffströme“, das im Rheinland südlich des Kreises Wesel aktiv ist (siehe Anhang 8.1.8). Entweder könnte dieses Netzwerk um den Kreis Wesel ergänzt werden oder für den Kreis Wesel könnte ein ähnliches Netzwerk aufgebaut werden. Für jedes Pilotvorhaben ist zudem die Entwicklung der DeltaPort-Häfen zu einem H_2-Hub von Vorteil, da so weitere Wertschöpfung angesiedelt werden kann und klimafreundliche Energieträger eingesetzt werden können.

Die Realisierung der Pilotvorhaben sollte analog zu den im Handlungsleitaden beschrieben Schritten zur Entwicklung eines SPaCiHs erfolgen. Erfahrungen und Erkenntnisse, die während der Pilotvorhaben gesammelt werden, sollten zu Verbesserung des SPaCiH-Konzeptes und des Handlungsleitfadens genutzt werden. Generell sollten bei den drei skizzierten Ansätzen weitere Anrainer integriert bzw. neu angesiedelt werden, die z.B. wertschöpfende Aktivitäten übernehmen.

[808] Vgl. (Rhenus SE & Co. KG, 2023).
[809] Vgl. (DeltaPort GmbH & Co. KG, 2023).

6 Zusammenfassung

Gemeinsam entwickelten die Projektpartner Hochschule Niederrhein, SysPlan Gesellschaft für Logistiksystemplanung mbH, Universität Duisburg-Essen und Ruhr-Universität Bochum ein Konzept für „Smart Park City Hubs und virtuelle Infrastruktur“ (SPaCiH). Die Projektförderung erfolgte im Rahmen des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) in NRW mit einer Kofinanzierung durch das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalens. Als assoziative Partner waren die Pilotregionen mit dem Kreis Wesel und den DeltaPort Häfen sowie die Stadt Krefeld mit dem Rheinhafen Krefeld beteiligt.

Immer drängender stellt sich die Frage, wie die Entwicklung der Güterströme im urbanen Umfeld nachhaltiger gestaltet werden kann. Im Bereich der City-Logistik besteht diesbezüglich ein zunehmender Handlungs- und Lösungsbedarf. Das SPaCiH-Konzept greift diesen Bedarf auf und beschreibt einen neuen, deutlich erweiterten Ansatz der City-Logistik. Die Güterströme zur nachhaltigen Versorgung der Bevölkerung in NRW wurden ganzheitlich von der überregionalen bis zur Endkunden-Distributionsstufe im urbanen und ländlichen Raum betrachtet. Um eine nachhaltigere Logistik zu ermöglichen, ist die Verlagerung der Güterströme von der Straße auf Schiene und Wasserstraße ein wesentlicher Ansatz. Grundlage für diese Verlagerung ist ein Netzwerk aus SPaCiHs, die als Schnittstellen zwischen überregionalen, regionalen sowie urbanen und ländlichen Güterströmen dienen. Ziel ist es, durch die Positionierung der SPaCiH-Standorte möglichst nahe an die zu beliefernden Endkunden per Bahn und Binnenschiff zu gelangen, um so den Straßenverkehr zu entlasten. Ein SPaCiH-Standort sollte daher mindestens bimodal sein. Dies schränkt die Standortwahl ein. Dementsprechend geht das SPaCiH-Konzept nicht, wie in der klassischen City-Logistik üblich, von einzelnen Städten aus. Vielmehr wurde im Projekt aus der Gesamtperspektive eines größeren Versorgungsraumes (im Projekt NRW) ein optimiertes SPaCiH-Netz-Konzept mit verkehrsoptimal zugeordneten Liefergebieten entwickelt.

Im Rahmen des Projektes wurden potenzielle Standorte für SPaCiH-Knoten in NRW zunächst auf Basis bestehender intermodaler Standorte (Häfen, KV-Terminals, Güterverkehrszentren) ermittelt. Es zeigte sich, dass mit einem Logistiknetz auf Basis bestehender Standorte ca. 80 % der Einwohner in einem Radius von 20 km versorgt werden könnten. Durch eine ergänzende Optimierung mit zusätzlich ermittelten Standorten könnte der Versorgungsgrad auf nahezu 100 % gesteigert werden. Dabei wurden ländliche und städtische Gebiete gleichermaßen berücksichtigt. Im optimierten Netz wären die Einwohner in NRW durchschnittlich in weniger als 8 km Entfernung von einem SPaCiH-Standort erreichbar. Mit dieser Untersuchung konnte bestätigt werden, dass das Konzept in NRW grundsätzlich tragfähig ist.

Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass durch neu identifizierte Anlegestellen entlang der Flüsse und Kanäle, sogenannte City-SPaCiHs, ein einzigartiges Feinverteilungskonzept per Binnenschiff in NRW möglich wäre. Die City-SPaCiHs bilden dabei die Schnittstelle zu den Logistiknetzwerken der letzten Meile. In einem Radius von 20 km um die City-SPaCiHs könnten 56 % der Einwohner erreicht werden.

Zur Bewertung der Auswirkungen einer Verkehrsverlagerung von der Straße auf Schiff und Bahn wurden die möglichen CO_2-Einsparungen in verschiedenen Szenarien berechnet. Bei Transporten mit einer Entfernung von mehr als 500 km ergab sich ein Reduktionspotenzial von bis zu 2,6 Mio. t CO_2 pro Jahr. Bei dieser Berechnung wurden nur die Streckenteile berücksichtigt, die sich innerhalb der deutschen Landesgrenzen befinden. Der Betrachtung lag eine Analyse der gesamten Güterverkehrsströme auf Basis der Verkehrsverflechtungsprognose 2030 des BMDV zugrunde.

Ein Smart Park City Hub erfüllt nicht nur eine Hub-Funktion, sondern ist ein zirkulär vernetztes Logistik- und Produktionssystem in einem Gewerbe- oder Industriepark. In diesem soll Wertschöpfung aus der

Region für die Region angesiedelt werden. Durch enge Kooperation können so ökonomische, ökologische und soziale Synergien realisiert werden. Für die konkrete und standortspezifische Ausgestaltung eines SPaCiHs wurde eine systematische Konfigurationsmethodik entwickelt. Diese zeigt auch auf, wie ein SPaCiH in das Netzwerk eingebunden werden sollte. Als zentrales Instrument zur Koordination und kooperativen Nutzung von Synergiepotenzialen wurde eine Kooperationsplattform beschrieben, die sowohl Funktionen innerhalb eines SPaCiH-Knotens als auch übergreifende Netzwerkfunktionen unterstützt.

Im Ergebnis konnte gezeigt werden, dass eine nachhaltigere Versorgung in NRW durch eine verstärkte Nutzung der vorhandenen Wasserstraßen sowie der Schiene realisierbar ist. Für die regionale Wertschöpfung in einem SPaCiH wurden relevante Anwendungsfälle (Use-Cases) identifiziert, wie z.B. Wasserstoff-Hubs[810], die das logistische Rückgrat für die Umsetzung der Wasserstoffstrategie bilden können. Insbesondere stellt SPaCiH auch einen zentralen Enabler für eine leistungsfähige NRW-weite Kreislaufwirtschaft dar. Das Beispiel des Food Hubs zeigt, dass die Resilienz durch die Vernetzung regionaler Unternehmen mit dem Ziel der lokalen Versorgung der Bevölkerung erhöht wird.

Um die Anwendungsnähe des SPaCiH-Konzeptes zu gewährleisten, wurden insbesondere die Häfen Krefeld und Wesel sowie über 60 Stakeholder aus Wirtschaft und Verwaltung in das Projekt eingebunden. Krefeld steht dabei stellvertretend für einen städtischen Ballungsraum und der Kreis Wesel für einen ländlichen Raum mit längeren Versorgungswegen. In diesen Pilotregionen wurden die Konzepte auf die reale Situation abgebildet, Entwicklungspfade für die Häfen in Richtung SPaCiH aufgezeigt und potenzielle Betreiber identifiziert.

Die Anwendung des SPaCiH-Konzeptes in NRW bedeutet allerdings eine strukturelle Transformation der bevölkerungsversorgenden Güterverkehrsströme. Dieser Wandel lässt sich über eine Reihe von Reallaboren und Pilotprojekten initiieren. Hierfür sind künftig sowohl neue Kollaborationen, Änderungen der logistischen Organisation und der Rahmenbedingungen als auch Investitionen in den Ausbau der Infrastruktur von Bahn und Binnenschiff nötig. Der im Projekt erarbeitete Masterplan zeigt die notwendigen Schritte auf, mit denen die Transformation in die Realität umgesetzt werden kann.

[810] Ein Wasserstoff-Hub ist eine logistische Drehscheibe für die Wasserstoffversorgung. In Form eines Nabe-Speiche-Systems dient das Hub (Nabe) als Verteilpunkt und ggf. H_2-Produktionsort, welcher über sternförmig angeordnete Verteilwege (Spokes) die Nachfrage der Abnehmer befriedigt.

7 Handlungsempfehlungen

In Kapitel 3.1 wurde die Strategie zur Umsetzung des SPaCiH-Konzeptes entwickelt. Diese bildet die Grundlage für den Masterplan, der sich in 3 Phasen gliedert (Kapitel 7.1). Kapitel 0 beschreibt die Handlungsfelder je Phase, die notwendigen Umsetzungsschritte und die Fördermöglichkeiten durch das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNV NRW). Die Handlungsfelder fassen die Ergebnisse der einzelnen Kapitel zusammen, in denen themenspezifisch Handlungsempfehlungen formuliert wurden, die bei der Umsetzung zu berücksichtigen sind. Kapitel 7.3 zeigt den Forschungsbedarf auf, der eine effiziente Umsetzung des SPaCiH-Konzeptes unterstützen würde. Um sicherzustellen, dass aktuelle Trends in die Entwicklungen des SPaCiH-Konzeptes einfließen und dessen Umsetzung daran ausgerichtet werden kann, werden in Kapitel 7.4 aktuelle Trendstudien für SPaCiH relevante Entwicklungslinien zu einer Metastudie zusammengefasst. Diese soll auch dem MUNV als Orientierungshilfe für die Ausrichtung zukünftiger Entwicklungsschritte dienen.

7.1 Masterplan

Das Projekt „Smart Park City Hubs & Virtuelle Infrastruktur“ (SPaCiH) wurde initiiert, um den kombinierten Verkehr und die City-Logistik zusammenzubringen und ein innovatives Netzwerk zu definieren, indem Güter umgeschlagen, gebündelt, regional produziert und Dienstleistungen erbracht werden. Dabei wird eine nachhaltige zirkuläre Versorgung der Bevölkerung angestrebt. Darüber hinaus kann das im Projekt entwickelte SPaCiH-Konzept einen bedeutenden Beitrag für eine nachhaltige Ver- und Entsorgung des ländlichen und urbanen Raums in Nordrhein-Westfalen leisten. Im Rahmen des Projektes konnte die positive Wirkung und Tragfähigkeit des SPaCiH-Konzeptes für Nordrhein-Westfalen bestätigt werden.

Deshalb wird empfohlen, das Konzept umzusetzen und im ersten Schritt Phase A zu initiieren und zu fördern.

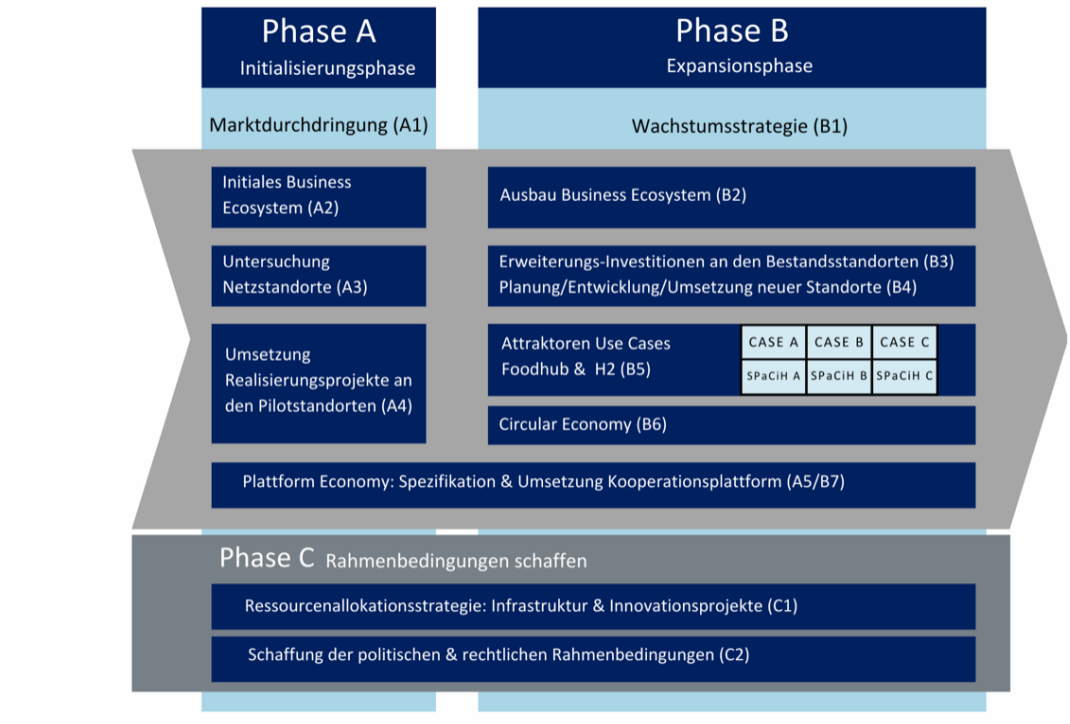


Abbildung 7-1: Phasenkonzept des Masterplans

Für die Umsetzung ist ein strategisch geplanter, systematischer Transformationsprozess erforderlich (vgl. Kapitel 3.1). Der Masterplan beschreibt die notwendigen Handlungsfelder für diesen Prozess, der von ersten Modelprojekten (Phase A) ausgehend in Richtung eines flächendeckenden SPaCiH-Netzwerkes in Nordrhein-Westfalen führt (Phase B). Die Aufgaben in Phase C sind Daueraufgaben, die für das Projekt und generell für eine nachhaltige Entwicklung in NRW von den politischen Akteuren anzugehen sind. Sie liegen außerhalb des projektbezogenen Einflussbereichs. Eine Erläuterung der Blöcke erfolgt weiter unten.

Der Masterplan beschreibt die Handlungsfelder in zeitlicher und logischer Abfolge, die erforderlich sind, um das SPaCiH-Konzept erfolgreich umzusetzen. Er dient als Leitfaden für Projektmanager und andere Beteiligte, um sicherzustellen, dass das Projekt effektiv und effizient durchgeführt wird und alle Ziele erreicht werden.

Grob gegliedert besteht der Masterplan aus drei wesentlichen Bausteinen:

A. Phase A hat die Umsetzung von Modellprojekten an den Pilotstandorten und Bekanntmachung des Konzeptes zum Ziel.

Dieses Vorhaben kann auch allgemein als Marktdurchdringung bezeichnet werden, bei der es darum geht, das Konzept in einem bereits etablierten Markt zu platzieren, indem Anbieter und Kunden gewonnen werden. Dies wird einerseits durch gezielte Bekanntmachungsmaßnahmen und andererseits durch Verbesserung und Modernisierung des bestehenden Netzwerkes angestrebt.

Der erste Schritt besteht in der Gründung eines SPaCiH-Business Ecosystems, dessen Akteure motiviert sind, das Konzept voranzutreiben. Durch motivierte Initiatoren (Early Adopters), welche die Umsetzung der Handlungsfelder des Masterplans systematisch vorantreiben und koordinieren, kann das bekannte Start-Dilemma bei der Initiierung einer neuen Plattform, ohne Kunden keine Anbieter anzuziehen und umgekehrt, überwunden werden.

Neben den im Projekt untersuchten Netzstandorten (Krefeld/ Wesel) gilt es die weiteren im Projekt bereits zugewiesenen Standorte näher zu untersuchen und die verantwortlichen lokalen Akteure in das SPaCiH Business Ecosystem einzubinden. Parallel können die bereits untersuchten Pilotstandorte Krefeld und Wesel damit beginnen, erste Modellprojekte umzusetzen, die im Rahmen des Projektes bereits ins Rollen gebracht wurden. Dazu zählt beispielsweise die Integration der ansässigen Unternehmen, die motiviert sind, sich an der Umsetzung zu beteiligen und bereits erste Veränderungen vorgenommen haben.

Im Rahmen der Plattform Economy ist die Kooperationsplattform für die Schaffung von Synergiepotenzialen und damit für die wirtschaftliche Attraktivität des SPaCiH-Netzwerkes von großer Bedeutung. In den ersten Umsetzungsprojekten können die IT-Lösungen der beteiligten Partner genutzt und erste sinnvolle Schnittstellen eingerichtet werden. Es muss eine SPaCiH Digitalisierungsstrategie entwickelt werden, d.h. ein Plan für die Implementierung der Kooperationsplattform und die Integration digitaler Technologien und Prozesse in die SPaCiH-Organisation (Kapitel 2.5), welcher die Ziele, Aufgabenpakete, Ressourcen, den Zeitrahmen und die Verantwortlichkeiten definiert. Ziel sollte es sein, eine „Kern-Kooperationsplattform“ zu konzipieren.

B. Phase B zielt auf die Skalierung/ Ausdehnung des Konzeptes in die Fläche ab

Die zweite Phase kann starten, wenn Phase A erste Früchte trägt und Umsetzungspotenzial für die Zukunft beweist. Nun gilt es, dass erfolgreich ins Rollen gebrachte Konzept auf die Wachstumspur zu bringen. Denn je größer das Netz ist, desto größer kann die Anzahl der miteinander verbundenen Knotenpunkte, der möglichen Routen und der zur Verfügung stehenden Ressourcen sein. Neben dieser

Wachstumsstrategie ist jedoch die Wettbewerbssituation nicht zu vernachlässigen, da sich globale Supply Chains immer stärker in Richtung oligopolistischer Marktstrukturen entwickeln (vgl. Maersk, Amazon etc.).

Es ist somit sinnvoll, das Netz auszubauen, damit das Business Ecosystem auf Netz- und Knotenebene wächst und sich nach Erreichen einer kritischen Masse selbst trägt. Erste attraktive Anwendungsfälle, die je nach Standort unterschiedlich ausfallen werden, werden implementiert. Hierzu zählen spezifische Anwendungsfälle wie ein Foodhub oder ein Wasserstoff-Hub.

Das Thema Circular Economy, (zu Deutsch: Kreislaufwirtschaft) als Wirtschaftsmodell, das darauf abzielt, Ressourcenverbrauch und Abfallproduktion zu minimieren und gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit und die Schonung der Umwelt zu maximieren, muss aufgrund politischer Ziele der EU „Zero Waste bis 2050“ ganzheitlich implementiert werden.

Ausgehend von der „Kern-Kooperationsplattform“ sind in der Expansionsphase eine Verfeinerung der Spezifikation, die Umsetzung und der Betrieb der Kooperationsplattform zu realisieren.

C. Phase C bezieht sich auf die Schaffung der infrastrukturellen und rechtlichen Rahmenbedingungen

Die Schaffung politischer und rechtlicher Rahmenbedingungen sowie die Allokation von Ressourcen sind wichtige Voraussetzungen für das Konzept und sollten unabhängig von seinen spezifischen Bedürfnissen angegangen werden. Es gilt, die Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Versorgung und Mobilität in NRW zu schaffen und Projekte und Programme im Bereich Logistik und Güterverkehr so zu priorisieren, dass ausreichend Ressourcen für eine nachhaltige, zirkuläre Versorgung der Bevölkerung zur Verfügung stehen.

Bestehende Häfen, bei denen sich ein verringernder Massengutumschlag zeigt, müssen erhalten und für SPaCiH umgebaut werden.

7.2 Empfehlungen zur Umsetzung der Handlungsfelder

Das Kapitel 3.1 beschreibt ausführlich die zugrundeliegende Strategie des Masterplans, sowie die einzelnen Handlungsfelder (HF). Wie schon im Kapitel 3.1.3 beschrieben, wird zwischen einer Initialisierungs- und Expansionsphase sowie flankierende Empfehlungen, wie Ressourcenallokationsstrategie und Schaffung politischer und rechtlicher Rahmenbedingungen unterschieden. In den HF werden auch Handlungsempfehlungen aufgezeigt, die dem Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNV NRW) helfen sollen, die Umsetzung der Handlungsfelder zu unterstützen. Im Folgenden werden für jedes Handlungsfeld die erforderlichen Aktivitäten skizziert, die zur Umsetzung notwendig sind.

Masterplan PHASE I
Das MUNV könnte in diesem Handlungsfeld folgende Maßnahmen ergreifen: – Unterstützung bei der Vermarktung des SPaCiH-Konzeptes in NRW – Förderung des initialen SPaCiH-Business Ecosystems gemäß Kapitel 3.1.3 – Aktive Beteiligung am initialen SPaCiH-Business Ecosystem – Förderung von Realisierungsprojekten (Modellprojekte/ Reallabore) bei den bestehenden Pilotpartnern gemäß Kapitel 5.2.6 und 5.3.6.3 – Förderung der Untersuchung an den Netzstandorten gemäß Handlungsempfehlung in Kapitel 3.2.5.4 – Förderung von transformativen und systemischen Innovationen, die die Verwirklichung des SPaCiH-Konzeptes in NRW forcieren gemäß Kapitel 3.2.5.4 und 4.2.6
Initiales Business Ecosystem (IBE) (HF-A2)
Das Land NRW sollte ein initiales Business fördern, welches die weitere Ausarbeitung des Konzeptes und die Umsetzung in Reallaboren/ Modellprojekten koordiniert
Durchführung Markt- und Zielgruppenanalyse → HF-A1: Marktdurchdringung
Identifizierung von Partnern und Ressourcen
Festlegung der Ziele und Strategie
Identifizierung von Hindernissen und Risiken (Risikomanagement)
Schaffung einer Governance-Struktur – Vereinbarung von Regeln der Zusammenarbeit – Definition Rollen und Verantwortlichkeiten – Bestimmen des Koordinators
Aufbau einer Plattform und Infrastruktur für die Zusammenarbeit
Projektplanung, -organisation und-management
Überwachung der Performance in der Zusammenarbeit und den Teilprojekten (HF-A4 Umsetzung Realisierungsprojekte (Reallabore) HF-A3 Untersuchung Netzstandorte und HF-A5 Kooperationsplattform)
ggf. Zielorientierte Skalierung/ Anpassung des Business Ecosystems
Evaluation der Ergebnisse und Prüfung einer Institutionalisierung am Ende der Initialisierungsphase
Marktdurchdringung (HF-A1)
Alle potenziellen Partner an den Pilotstandorten fragten nach den zu versorgenden Kunden. Eine Schlüsselaufgabe ist daher die Kundengewinnung. Das Vorgehen sollte an dem erfolgreichen Beispiel der ABC Logistik ausgerichtet werden.
Marktanalyse: Analyse des Marktes, einschließlich der Zielgruppe, Wettbewerber, Trends und Kundenbedürfnisse, um ein besseres Verständnis des Marktes und seiner Möglichkeiten zu erhalten
Marketingstrategie: Entwicklung einer umfassenden Marketingstrategie, die verschiedene Marketingkanäle und -taktiken einschließt, um die Zielgruppe effektiv zu erreichen und eine höhere Marktdurchdringung zu erzielen

Preisstrategie: Festlegung der Preise, die den Wert der Dienstleistungen widerspiegeln
Beschreibung des SPaCiH-Konzeptes: Dienstleistungen, Preise und Nutzen für die Kunden und aktive Kundenakquisition
Partnerschaften und Allianzen: Aufbau von Partnerschaften und Allianzen mit anderen Unternehmen oder Organisationen, um die Marktdurchdringung durch gemeinsame Marketing- oder Vertriebsinitiativen zu erhöhen
Bekanntmachung des Konzeptes über das Ministerium
Untersuchung von Netzstandorten (Reallabor) (HF-A3)
Einbindung der in der Strukturplanung identifizierten Bestandsstandorte (vgl. Kapitel 3.2); Erweiterung der Partner im Business Ecosystem
Kapazitätsanalyse und darauf aufbauend ggf. Planung von notwendigen Kapazitätserweiterungen; Erstellung eines Masterplans Bahn und Binnenschiff für das SpaCiH Netzwerk
Erarbeitung eines SpaCiH-konformen technischen Konzept für die logistische Abwicklung und pilothafte Evaluation der Umsetzung
Identifikation und Ansprache der notwendigen Stakeholder an den identifizierten Neu-Standorten (vgl. Kapitel 3.2); Erweiterung der Partner im Business Ecosystem
Unterstützung bei der Standortsuche und Konzeptplanung zur Umsetzung des SpaCiH-Konzeptes
Ableitung der Anforderungen an die Infrastruktur sowie notwendiger Planungs- und Genehmigungsschritte
Umsetzung Realisierungsprojekte an den Pilotstandorten (Reallabor) (HF-A4)
Umsetzung von Reallaboren/ Modellprojekten an den Pilotstandorten
Ausplanung der logistischen Abläufe und Systeme unter Berücksichtigung der Handlungsempfehlungen gemäß Kapitel 3.3
Realisierung und Evaluation
Vermarktung des Standortes bei Kunden, Partnern im Netzwerk und Akquisition neuer Netzwerkpartner (HF –B2 Ausbau Business Ecosystem Netz- und Knotenebene)
Plattform Economy: Spezifikation u. Umsetzung Kooperationsplattform (HF-A5)
Kommunikation des SPaCiH-Konzeptes (Aufbau als Marke)
Förderung von für KMU diskriminierungsfrei zugänglichen Plattformen
Erarbeitung einer Digitalisierungsstrategie für das SPaCiH Konzept mit dem Zielen: Ableitung der Umsetzungsprioritäten der Kooperationsplattform in Bezug auf konzipierten Anwendungsbereichen (Domänen), Gewinnung von Softwarepartnern und Konzeption einer „Kern-Kooperationsplattform“
Anforderungsanalyse mit den Partnern im Business Ecosystem: – Anforderungen von allen Stakeholdern sammeln und dokumentieren – Anforderungen priorisieren und kategorisieren – Klarheit über die Kernfunktionen der Plattform erlangen – Kriterien für die Auswahl von Technologien festlegen – Kriterien für die Auswahl von Softwarepartnern festlegen
Suche und Gewinnung von Softwarepartnern
Architekturdesign: – Architekturvision und -strategie erstellen – API-Design und Integration definieren – Datenbankarchitektur definieren
Planung der Technologie und Infrastruktur, auch unter Abstimmung mit bestehenden Forschungsvorhaben wie Gaia-X (Federated and Secure Data Infrastructure), FEDeRATED Platforms und „Silicon Economy“ der FhG; Sicherstellung des Anschlusses am nationale und internationale Standardisierungsinitiativen
Konzeption der „Kern-Kooperationsplattform“
Das MUNV könnte in diesem Handlungsfeld HF-A 5 und HF-B 7 folgende Maßnahmen ergreifen: – Unterstützung bei der Kommunikation des SPaCiH-Konzeptes (Aufbau als Marke)

- Förderung von für KMU diskriminierungsfrei zugänglichen Plattformen
- Unterstützung der Weiterentwicklung der Kooperationsplattform und der Partnersuche für die Umsetzung
- Sicherstellung des Anschlusses an nationalen und internationalen Standardisierungsinitiativen

Masterplan PHASE II

Das MUNV könnte in Phase II folgende Maßnahmen ergreifen:

- Bekanntmachung des SPaCiH-Ansatzes durch Marketing- und Vertriebsmaßnahmen
- Fortführung der Förderung des SPaCiH-Ansatzes
- Förderung von Realisierungsprojekten (an weiteren Standorten und inhaltlich in Richtung Use Cases vgl. Kapitel 3.1.2 und 3.1.3)
  - Bekanntmachung der Use-Cases durch Marketingmaßnahmen
  - Förderung der Umsetzung eines regionalen Food-Hubs
  - Förderung der Umsetzung eines Wasserstoff-Hubs
  - Unterstützung bei der Bekanntmachung des Circular Economy Action Plan
  - Unterstützung bei der Kommunikation des SPaCiH-Konzeptes in Richtung potenzieller Wertschöpfungspartner
  - Förderung einer Pilotansiedlung
- Unterstützung der Realisierungsprojekte im Bereich der Planungs- und Genehmigungsverfahren

Wachstumsstrategie (HF-B 1)
Bekanntmachung des SPaCiH-Ansatzes durch Marketing- und Vertriebsmaßnahmen
Fortführung der Förderung des SPaCiH-Ansatzes durch das MUNV NRW
Unterstützung von Realisierungsprojekten bei den bestehenden Partnern des Business Ecosystems
Unterstützung der Realisierungsprojekte im Bereich der Planungs- und Genehmigungsverfahren
Ausbau Business Ecosystem Netz- und Knotenebene (HF-B 2)
Entwicklung und Umsetzung einer Vermarktungsstrategie für den Ausbau des SPaCiH-Netzwerkes
Systematische Kommunikation des SPaCiH-Konzeptes in Richtung potenzieller Wertschöpfungspartner und aktiver Akquisition
Aufbau von Partnerschaften und Allianzen mit anderen Unternehmen oder Organisationen, um die Marktdurchdringung durch gemeinsame Marketing- oder Vertriebsinitiativen zu erhöhen
Ableitung, Planung und Realisierung von SPaCiH Funktionen an weiteren Standorten
Erweiterungs-Investitionen an Bestandsstandorten (HF-B 3)
Planung notwendiger Erweiterungs-Investitionen an Bestandsstandorten
Unterstützung Realisierung und Evaluation
Vermarktung des Standortes bei Kunden, Partnern im Netzwerk und Akquisition neuer Netzwerkpartner (HF Ausbau Business Ecosystem Netz- und Knotenebene)
Planung/ Entwicklung/ Umsetzung neue Standorte (HF-B 4)
Ggf. Gründung standortspezifischer Entwicklungsgesellschaft
Durchführung Planungs- und Genehmigungsverfahren
Realisierung und Evaluation
Vermarktung des Standortes bei Kunden, Partnern im Netzwerk und Akquisition neuer Netzwerkpartner (HF Ausbau Business Ecosystem Netz- und Knotenebene)
Use-Cases als Referenz und Attraktoren für das SPaCiH-Konzept (HF-B 5)
Bekanntmachung der Use-Cases durch Marketingmaßnahmen
Förderung der Umsetzung eines regionalen Food-Hubs
Förderung der Umsetzung eines Wasserstoff-Hubs
Unterstützung im Bereich der Planungs- und Genehmigungsverfahren
Zusammenführung der notwendigen Akteuere des Use Cases

Ggf. Institutionalisierung durch Gründung einer Gesellschaft
Standortspezifische Ausplanung des Use-Cases
Realisierung und Evaluation
Vermarktung des Konzeptes bei Kunden, Partnern im Netzwerk und Akquisition neuer Netzwerkpartner (HF Ausbau Business Ecosystem Netz- und Knotenebene)
Umsetzung der Circular Economy (HF-B 6)
Unterstützung bei der Bekanntmachung des Circular Economy Action Plan
Unterstützung bei der Kommunikation des SPaCiH-Konzeptes in Richtung potenzieller Wertschöpfungspartner
Förderung einer Pilotansiedlung durch das MUNV NRW
Unterstützung im Bereich der Planungs- und Genehmigungsverfahren
Zusammenführung der notwendigen Akteure des Use Cases
Ggf. Institutionalisierung durch Gründung einer Gesellschaft
Standortspezifische Ausplanung des Use-Cases
Realisierung und Evaluation
Vermarktung des Konzeptes bei Kunden, Partnern im Netzwerk und Akquisition neuer Netzwerkpartner (HF Ausbau Business Ecosystem Netz- und Knotenebene)
Plattform Economy: Spezifikation u. Umsetzung Kooperationsplattform (HF B 7)
Ggf. Institutionalisierung der Aktivitäten durch Gründung einer Gesellschaft (z.B. GmbH)
Implementierung einer „Kern-Kooperationsplattform“
Betrieb der Kooperationsplattform
Weiterentwicklung der Funktionalitäten der Kooperationsplattform
Vermarktung der Kooperationsplattform und Akquisition neuer Kunden, Softwarepartner und Netzwerkpartner (HF Ausbau Business Ecosystem Netz- und Knotenebene)
Masterplan PHASE III
Das MUNV könnte in diesem Handlungsfeld folgende Maßnahmen ergreifen (vgl. Kapitel 3.1.3, 3.2.5.4 4.2.6: – Fortführung der Förderung des SPaCiH-Ansatzes – Förderung von Innovationsprojekten im Bereich neuer Technologien – Gezielte signifikante Investitionen in die Infrastruktur
Ressourcenallokationsstrategie: Infrastruktur und Innovationsprojekte (HF-C 1 MUNV NRW)
Ausbau der Infrastruktur im Bereich Wasserstraße, Bahnnetz, Häfen, KV Terminals
Förderung der autonomen Binnenschifffahrt/ Bahn
Förderung der automatisierten Be- und Entladung (Bahn und Binnenschiff)
Förderung von für KMU diskriminierungsfrei zugänglichen Plattformen
Schaffung der politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen (HF C 2 MUNV NRW)*)*
Begleitung des Transformationsprozesses als aktiver Stakeholder
Anpassung der rechtlichen Rahmenbedingungen (falls erforderlich)

Tabelle 7-1: Handlungsempfehlungen gemäß Masterplan

7.3 Forschungsbedarfe

Die zuvor beschriebenen Aktivitäten in den Handlungsfeldern des Masterplans beschreiben notwendige Schritte, die mit bekannten Planungsverfahren angegangen werden können. Dennoch haben sich im Rahmen des Projektes auch offene Forschungsfragen ergeben, die im Rahmen der Umsetzung der Handlungsfelder begleitend bearbeitet werden sollten. Tabelle 7-2: Forschungsbedarfe aus Sicht des Projektes SPaCiH enthält eine konkrete Beschreibung der aus Sicht des Projektes SPaCiH sowie eine Zuordnung der Relevanz (hoch, mittel, niedrig) und der zeitlichen Einordnung (kurz, mittel, lang).

Hauptthemenfeld	Themenfeld	Nr.	Forschungsbedarf-Titel	Beschreibung	Zeitlicher Horizont	Relevanz für SPaCiH
Strategie	Business Ecosysteme	1	Theorie und Verfahren des Designs und der Konfiguration von Business-Ecosystemen	Bei der Konfiguration eines SPaCiH-Ecosystems insbesondere bzgl. seiner Wertschöpfung soll die spezifische Zusammenstellung von Unternehmen einem optimalen synergie-orientierten und symbiotischen Ansatz folgen. Die Unternehmen können dabei zu einem SPaCiH-spezifischen Business-Thema (z.B. Food) gehören oder auch in einer Supply Chain bzw. einem Netzwerk kooperieren oder bzgl. bestimmter Unternehmensfunktionen Synergien erzielen oder Ressourcen teilen oder zirkulär nutzen. Es stellt sich die Forschungsfrage, welche Design und Konfigurationsverfahren zum einen in diesem Kontext entweder aus der bestehenden Ecosystem Forschung adaptiert werden können und zum anderen, ob darüber hinaus neue spezielle Verfahren entwickelt werden müssen. Wichtige Aspekte hierbei sind: - Fragestellungen zu Möglichkeiten und Grenzen des Wettbewerbs in einem synergetischen Ecosystem - die Notwendigkeit regulativer Anforderungen - Wie kann die doppel-schichtige Ecosystem-Struktur in SPaCiH (d.h. unterschiedliche lokale Knoten-Ecosysteme und das ganzheitliche SPaCiH-Netzwerk-Ecosystem im Sinne eines Ecosystems aus Ecosystemen) abgebildet und produktiv genutzt werden? Für ein derartig in zwei Ebenen strukturiertes Eco-System eröffnen sich eigene neue Fragestellungen in Hinblick auf die Konfiguration.	kurz	hoch
		2	Theorie und Verfahren des Managements und Betriebes von Business Ecosystemen	Es steht zu erwarten, dass Wirtschafts-Strukturen der Organisation und Zusammenarbeit in Zukunft dynamischer ausgestaltet sind. So wird auch das ökonomische Umfeld eines SPaCiHs schnelleren Änderungen unterliegen, womit das SPaCiH-Ecosystem zu entsprechend dynamischen Anpassungen gezwungen ist. Es stellt sich die Forschungsfrage, welche Managementverfahren zum einen in diesem Kontext entweder aus bestehender Ecosystem Forschung adaptiert werden können und zum anderen, ob darüber hinaus neue spezielle Verfahren entwickelt werden müssen. Wichtige Aspekte dabei sind: - Fragestellungen zum Cost-Benefit-Sharing (SPaCiH-relevante Umsetzungskonzepte für Kooperationen) - die Organisation von Kooperation - Wie kann die Doppel-Ecosystem-Struktur in SPaCiH (d.h. lokale Knoten-Ecosysteme und das ganzheitliche SPaCiH-Netzwerk-Ecosystem im Sinne eines Ecosystems aus Ecosystemen) abgebildet und produktiv genutzt werden?	kurz	hoch
	Spezialisierte SPaciHs	3	Industrielle SPaCiHs	Das SPaCiH-Konzept wurde in Hinblick auf die Reorganisation der Konsumenten-Versorgung entwickelt. Dabei zeigte sich u.a. die Notwendigkeit des Einsatzes von standardisierten Behältersystemen (Container, Boxen etc.). Ein solches logistisches SPaCiH-Netzwerk kann grundsätzlich auch für industrielle Zwecke verwendet werden, wo jedoch spezifische Anforderungen hinzukommen. Es stellen sich die Forschungsfragen,	mittel	hoch

Hauptthemenfeld	Themenfeld	Nr.	Forschungsbedarf-Titel	Beschreibung	Zeitlicher Horizont	Relevanz für SPaCiH
				welche industriellen Anforderungen mit der bestehenden SPaCiH-Konzeption abgedeckt sind und welche weiteren Anforderungen hinzukommen. Insbesondere müssen Möglichkeiten und Grenzen analysiert werden, unter welchen ökonomischen und logistischen Bedingungen industrielle Anforderungen erfüllt werden können und wie eine Erweiterung des SPaCiH-Konzeptes aussehen muss.		
Infrastruktur	Gewerbegebiete	4	Konsolidierte Gewerbegebiete	Das SPaCiH-Konzept sieht vor, dass im Gegensatz zu klassischen City-Logistik Projekten nicht nur eine einzelne Stadt versorgt werden soll, sondern vielmehr der gesamte Versorgungsraum NRW. Die Versorgung erfolgt dabei aus wenigen ausgewählten SPaCiH-Knoten, da das Konzept eine bi-modale Anbindung vorsieht und diese infrastrukturbedingt nicht überall in NRW gegeben ist. Eine solches Szenario bedingt, dass aus einem SPaCiH ggf. mehrere Städte/ Gemeinden beliefert würden. Hier stellt sich die Frage auf wie mehrere Gemeinden ein Gewerbegebiet gemeinsam fördern und betreiben (ohne Konkurrenzverhalten) können und wie die Kosten & Gewinne aus dem Gewerbegebiet sinnvoll zwischen den Gemeinden verteilt werden können. Konzepte wie interkommunale Gewerbegebiete oder regionale Gewerbeflächenpools müssen hierbei stärker durch überregionale Förderprogramme vorangetrieben werden. Um die Kosten und Gewinne fairer untereinander verteilen zu können ist zudem die Aufstellung eines Verteilschlüssels zu empfehlen. Dieser verteilt die Aufwände und Erträge anhand definierter Kriterien (Einwohner, Steuerkraft, Siedlungs- und Verkehrsfläche, Qualität der eingebrachten Flächen) und fördert eine konfliktarme Zusammenarbeit unter den Gemeinden. Die aus dem Fraunhofer-Projekt RekonGent ermittelten Handlungsempfehlungen sowie Forderungen nach Anpassung der Förderprogramme stellen zwar eine Basis und dar, erfordern aber weitere Forschungsaktivitäten im SPaCiH-Kontext.	kurz	hoch
Erweiterung des Betrachtungsraumes	Produktion	5	Supply Chains mit additiver Fertigung im SPaCiH-Netzwerk	Das SPaCiH-Konzept adressiert Nachhaltigkeit im Sinne von optimierten Lieferungen und Transporten sowie regionale Wertschöpfung. Additive Fertigung ermöglicht die Herstellung von Objekten nahe am Ort des Bedarfs, jedoch sind spezielle additive Verfahren immer noch aufwändig und bedürfen einer guten Auslastung. In einem SPaCiH-Netzwerk besteht grundsätzlich die Möglichkeit additive Fertigungsverfahren effektiv bereitzustellen und die anschließende Logistik zum Ort des Bedarfs effizient zu organisieren. Es stellt sich die Forschungsfrage, wie Supply Chains und additive Fertigungseinrichtungen in einem SPaCiH-Ecosystem optimal konfiguriert werden können, insbesondere: - Wie und an welchen Orten müssen dabei additive Produktionseinrichtungen im SPaCiH-Netzwerk organisiert werden? - Unter welchen Voraussetzungen ist ein wirtschaftlicher und nachhaltiger Betrieb möglich? - Welche neuen Möglichkeiten eröffnen sich für die Unternehmen im Ecosystem?	kurz	hoch

Hauptthemenfeld	Themenfeld	Nr.	Forschungsbedarf-Titel	Beschreibung	Zeitlicher Horizont	Relevanz für SPaCiH
				- Kann das Konzept der additiven Fertigung mit anderen Services im SPaCiH vorteilhaft kombiniert werden (z.B. mit einem allgemeinen Reparaturservice: Defekte Plastikteile könnten in ihrer komplexen Form erfasst werden und anschließend gedruckt und bearbeitet werden)?		
		6	Endprodukt-Individualisierung in SPaCiH	Eine Rolle eines SPaCiHs in einer Supply Chain ist typischerweise der letzte produktions-funktionale Ort, bevor die Auslieferung an den Kunden erfolgt. An dieser Stelle kann eine finale Individualisierung eines Produktes erfolgen wie z.B. das Drucken von Namen auf Lederschuhe, das Einfärben von neutralen Gläsern in Wunschfarbe, die Umwandlung von Strukturmaterialien in Funktionsmaterialien. Viele Produktindividualisierungs-Techniken können produktübergreifend eingesetzt werden (z.B. Tintenstrahldruck). Der Vorteil liegt darin, dass nur wenige Rohmaterialien gelagert werden müssen, aber durch die Kombinatorik viele Endprodukte generiert werden können (bei sehr kurzer Lieferzeit). Forschungsbedarf ergibt sich bei speziellen Produkten z.B. bei der Beschichtung mit Nanomaterialien oder dem Einsatz von Öfen. Generell stellt sich hier folgende Forschungsfragen: - Welche universellen Endprodukt-Individualisierungstechniken gibt es? - Welche Eigenschaften und Einschränkungen haben sie? - Lassen sich die Einschränkungen technisch für SPaCiH vermindern oder aufheben? - Unter welchen Voraussetzungen ist ein wirtschaftlicher und nachhaltiger Betrieb möglich? - Welche neuen Möglichkeiten eröffnen sich für die Unternehmen im Ecosystem? - Wie müssen entsprechende kommerzielle Services im SPaCiH-Kontext designt werden?	mittel	mittel
Nachhaltigkeit	Circular Economy	7	Zirkuläre Wertschöpfungsketten im SPaCiH-Konzept	Um eine nachhaltige Transformation in NRW zu erreichen, sollte die Circular Economy ein zentraler Bestandteil aller Maßnahmen und Lösungsansätze sein. Um sich dieser Herausforderung zu stellen, hat sich das SPaCiH-Projekt mit dem Thema Zirkularität in nachhaltigen Wertschöpfungsketten sowohl in einem Living Lab Workshop als auch in einer Schwerpunktveranstaltung befasst. Diskutiert wurde dabei auch der EU Circular Economy Action Plan (CEAP). Aus den Diskussionen ergab sich, dass die Umsetzung von Zirkularität entlang der gesamten Wertschöpfungskette u.a. aus planerischer Perspektive für die Praxisakteure derzeit nur schwer realisierbar ist. Daher kann ein geeignet aufgestelltes SPaCiH-Ecosystem den Weg ebnen für eine Circular Economy im Sinne der zirkulär nachhaltigen Wirtschaft (wie u.a. im CEAP beschrieben). Nicht zuletzt wird dies durch die Kooperations-Plattform gefördert. Mithilfe der Konzepte der Sharing Economy sowie der Industrie-Symbiose, indem u.a. Materialien, Energie, Wasser, andere Ressourcen und lokale Infrastruktur kollektiv genutzt werden, kann ein SPaCiH die Prinzipien der Zirkulären Wirtschaft adressieren, Abfälle reduzieren und damit Effizienz steigern. Relevante Fragestellungen hierbei sind insbesondere:	mittel	hoch

Hauptthemenfeld	Themenfeld	Nr.	Forschungsbedarf-Titel	Beschreibung	Zeitlicher Horizont	Relevanz für SPaCiH
				- Welche Veränderungen sind dabei auf den verschiedenen Ebenen (Regulierung, SCM, Verwaltung, Wirtschaft, ...) notwendig, um Prozesse der Zirkularität zu fördern? Wie können diese Veränderungen von relevanten Praxisakteuren angestoßen werden? - Welche Anreize und Instrumente müssen geschaffen werden, um Zirkularität in der gesamten Wertschöpfungskette zu fördern? - Welche Maßnahmen sind notwendig, um Zirkularität in einem SPaCiH-Netzwerk und seinen Ecosystemen zu verankern? - Um Circular Economy umzusetzen, gibt es verschiedene Ansätze und Strategien. Welche Strategie eignet sich am besten in einem SPaCiH-Netzwerk und seinen Ecosystemen? - Welche Möglichkeiten gibt es, Zirkularität Netzwerk-übergreifend bzw. -integriert (also in Wertschöpfungsketten, die in Teilen auch außerhalb des SPaCiH-Netzwerkes operieren) zu realisieren?		
Methode	Synergien	9	Quantifizierung der Synergien im SPaCiH-Ecosystem	Das SPaCiH-Konzept adressiert sowohl die Logistik als auch die Wertschöpfung im Sinne von Produktion und Weiterverarbeitung mit der durch die Kooperations-Plattform unterstützten Erschließung von Synergie-Potenzialen in einem SPaCiH-Ecosystem. Es stellt sich die Forschungsfrage, welche Synergie-Potenziale es gibt und wie diese quantifizierbar und nutzbar sind. Insbesondere sind folgende Aspekte relevant: - Systematik der Synergie-Potenziale, z.B. Planung, Bau, Betrieb oder funktional (HR, Procurement, ...) oder Supply Chain orientiert. - Methoden der Quantifizierung der Synergien (monetär, CO_2, ...) - Maßnahmen und Strategien zur Realisierung der Synergie-Potenziale.	mittel	hoch
	Impact	10	Impact-Analyse und -Tool	Ein SPaCiH stellt regional ein Zentrum für Logistik und Wertschöpfung dar, welches auf vielfältige Weise regio-ökonomisch, ökologisch und sozial mit seinem Umfeld interagiert. Diese Wechselwirkungen müssen bei der Planung und im weiteren Betrieb eines SPaCiHs berücksichtigt werden, um eine optimale Eingliederung in die Region zu ermöglichen und potenzielle Ausstrahlungseffekte von SPaCiH herauszustellen. Es stellt sich die Forschungsfrage, welche Umfeld-Auswirkungen ein SPaCiH grundsätzlich haben kann und wie diese in einem gegebenen Umfeld konkret beschrieben werden können. Insbesondere sind folgende Aspekte relevant: - Systematik der Umfeld-Auswirkungen (regio-ökonomisch, ökologisch und sozial) - Methoden der Quantifizierung der Umfeld-Auswirkungen - Entwicklung eines Bewertungstools über die Umfeld-Auswirkungen - Wechselwirkungen mit der kommunalen Planung (z.B. Flächennutzungspläne, Wirtschaftsförderung, ...).	kurz	hoch

Tabelle 7-2: Forschungsbedarfe aus Sicht des Projektes SPaCiH

7.4 Metaview

Um die Aktivitäten von SPaCiH an langfristigen Trends auszurichten, wurden aktuelle Trendstudien ausgewertet. Damit sollte zum einen sichergestellt werden, dass die dort identifizierten Entwicklungen in das SPaCiH-Konzept einfließen und die Umsetzung des Konzeptes daran ausgerichtet werden kann. Zum anderen sollen die im Folgenden dargestellten Trends das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNV NRW) bei der zielgerichteten Umsetzung der Handlungsfelder in Phase III: „Ressourcenallokationsstrategie“ und „Schaffung der politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen“ unterstützen (vgl. Kapitel 3.1 Strategieplanung).

Die Metaview-Matrix (Abbildung 7-2) dient als Rahmen zur Systematisierung der Forschungsfelder im Projekt SPaCiH und ermöglicht eine gezielte Auseinandersetzung mit relevanten Trends und Technologien wie Künstlicher Intelligenz, Automatisierung und dem Internet der Dinge in Bezug auf die Zukunft der Logistik. Die Formulierung von Forschungsbedarfen aus offenen Fragestellungen, die sich aus der Projektarbeit und den aufgezeigten Trends ergeben, trägt zur weiteren Entwicklung hin zu einer nachhaltigen Versorgung und Umstrukturierung der Verkehrsströme bei. Diese Themenfelder wurden in zentrale Kategorien unterteilt, um eine bessere Strukturierung und Orientierung zu ermöglichen.

- Strategie
- Digitalisierung
- Supply Chain
- Nachhaltigkeit
- Energieversorgung

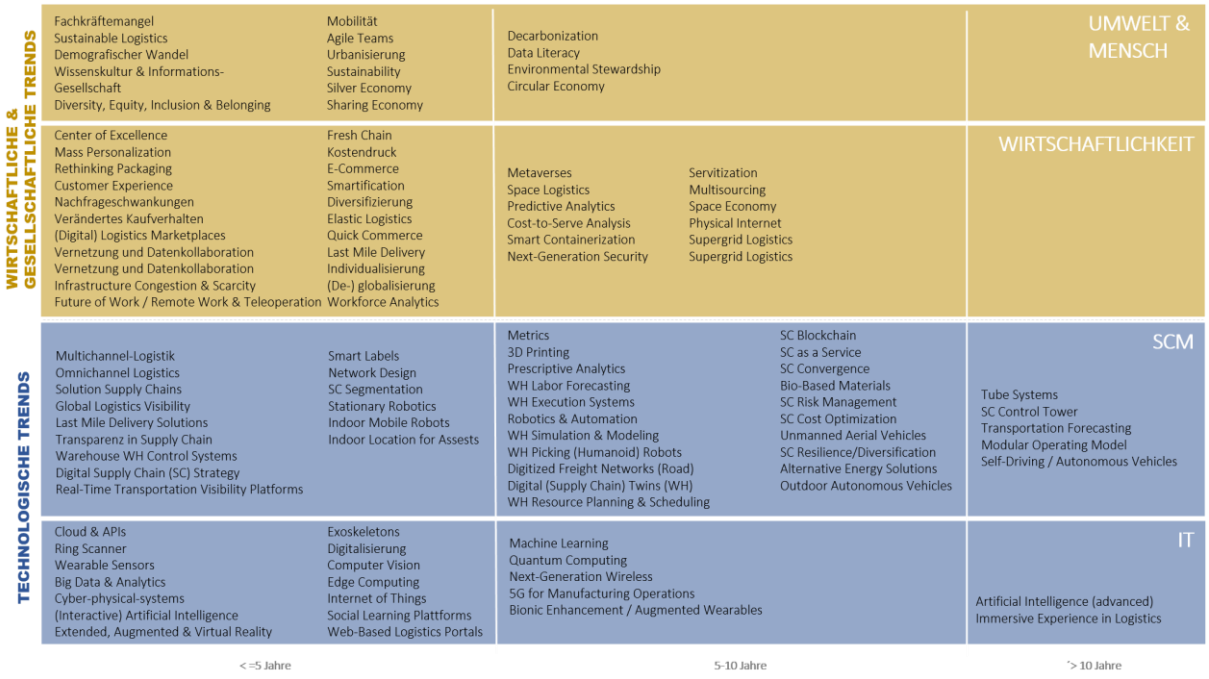


Abbildung 7-2: Metaview-Matrix Logistik-Trends

Die Logistikbranche unterliegt einem kontinuierlichen Wandel durch die Einflüsse der Industrie 4.0. Die fortschreitende Digitalisierung und Automatisierung von Prozessen, sowie die Vernetzung von Unternehmen und Technologien, führen zu ständigen Entwicklungen und Trends, die kurz-, mittel- und langfristige Auswirkungen haben. Aus diesem Grund ist es für das SPaCiH-Konzept wichtig, diese Trends zu beobachten und (wenn sinnvoll) zu integrieren.

Sowohl Unternehmen als auch Forschungsinstitutionen wie DHL oder Fraunhofer beschäftigen sich mit den aktuellen und zukünftigen Trends in der Logistik. Ausgewählte Studien wurden analysiert und in einer Metaview-Matrix über die identifizierten Themen zusammengefasst, um einen Überblick über die aktuellen und zukünftigen Trends in der Logistik zu ermöglichen. Zu den identifizierten Trends zählen u.a. die zunehmende Automatisierung und Digitalisierung von Prozessen, die Verlagerung von stationären zu mobilen Lösungen, die Verwendung von erneuerbaren Energien sowie die Entwicklung von „Smart Logistics"-Konzepten. Diese Zusammenstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

In der vorliegenden Arbeit wurden die Themenbereiche der Logistikbranche mithilfe der Metaview-Matrix in zwei Oberkategorien und zwei Unterkategorien gegliedert. Die Oberkategorien umfassen Technologische Trends und Wirtschaftliche & Gesellschaftliche Trends, während die Unterkategorien Supply Chain Management, IT, Umwelt & Mensch und Wirtschaftlichkeit beinhalten. Die identifizierten Trends wurden zudem in drei Zeitfenster eingeordnet: weniger bis fünf Jahre, fünf bis zehn Jahre und mehr als zehn Jahre.

Die einzelnen identifizierten Themen werden in der Matrix mit einem aussagekräftigen Titel prägnant abgebildet. Eine nähere Beschreibung inklusive Quellenangaben findet sich im Anschluss in der Metaview-Themen-Legende.

Die Metaview-Matrix dient als Orientierungsrahmen zur Systematisierung der Forschungsfelder für das Projekt SPaCiH. Sie befasst sich mit der Zukunft der Logistik und den Auswirkungen von Technologien wie Künstlicher Intelligenz, Automatisierung und Internet der Dinge. Offene Fragestellungen können zur weiteren Entwicklung einer nachhaltigen Versorgung und Umstrukturierung der Verkehrsströme beitragen.

Eine externe Recherche bezüglich der Trends in der Logistikbranche wurde durchgeführt, wobei die Studie „Spotlight: Innovation in Logistics Service Provision" des BVL[811], eine multiperspektivische Analyse des Status quo der Branche durchgeführt hat. Die Ergebnisse der Studie bestätigen die Relevanz künftiger Innovationen insbesondere in den Bereichen Transport und Software & IT, sowie in den Bereichen Sendungsverfolgung, Intralogistik, Lagerhaltung, Transportplanung und Transportmanagement.[812]

1. Transport
2. Software & IT
3. Sendungsverfolgung
4. Intralogistik
5. Lagerhaltung
6. Transportplanung und Transportmanagement

Metaview-Themen-Legende

A: Wissenschaftliche & Gesellschaftliche Trends

A1: Umwelt & Mensch

Agile Teams: Autonome Teams[813]

Circular Economy: Der Trend zur Kreislaufwirtschaft zielt darauf ab, Abfälle und Umweltverschmutzung zu vermeiden, indem der gesamte Produktlebenszyklus im Voraus betrachtet wird und jeder Artikel und

[811] (Pfretzschner, 2022).
[812] Vgl. (Pfretzschner, 2022), S.35.
[813] Vgl. (Gartner, 2021).

seine Bestandteile so gestaltet und genutzt werden, dass sie in die Lieferkette zurückgeführt werden können.[814]

Data Literacy: Datenkompetenz[815]

Decarbonization: Der Trend zur Dekarbonisierung ist die Bewegung zur Verringerung der Menge an Kohlendioxid (CO_2) und Kohlendioxidäquivalenten (CO_2e) in der Atmosphäre.[816]

Demographischer Wandel: „Die Weltbevölkerung wird älter und insbesondere in den westlichen Industriestaaten werden in den kommenden Jahren überproportional viele Arbeitnehmer in Rente gehen. Unternehmen aus allen Branchen suchen aufgrund dessen schon jetzt nach Nachwuchsarbeitskräften. Es bedarf neuer Technologien und Lösungen, um den Arbeitskräftemangel zu kompensieren und Arbeitnehmer bei ihren operativen Tätigkeiten zu unterstützen.“[817]

Diversity, Equity, Inclusion & Belonging: Der Trend „Diversity, Equity, Inclusion, Belonging“ (Vielfalt, Gleichheit, Einbeziehung, Zugehörigkeit), auch bekannt als „DEIB“, bezieht sich auf vier Konzepte, die zusammenarbeiten, um die soziale Verantwortung innerhalb von Organisationen zu stärken, was zu einer Steigerung der Effektivität, Produktivität, Dynamik und Kreativität einer Organisation führt und gleichzeitig sicherstellt, dass der Einzelne gleiche Chancen hat und sich wertgeschätzt fühlt.[818]

Environmental Stewardship: Der Trend des Umweltbewusstseins bezieht sich auf umfassende Verhaltensänderungen auf kollektiver und individueller Ebene in verschiedenen Branchen, Regierungen und Gesellschaften, um die Umweltzerstörung zu minimieren und den Schutz zu maximieren.[819]

Fachkräftemangel: Für die Industrie und den Handel hat Logistik eine unternehmensübergreifende Querschnittsfunktion. Logistikaufgaben werden sowohl von Industrie- und Handelsunternehmen ausgeführt als auch von externen Logistikdienstleistern übernommen. Es herrscht in beiden Sektoren und damit im gesamten Wirtschaftsbereich Logistik ein flächendeckender Fachkräftemangel. Eine Besonderheit dabei ist, neben der hohen Nachfrage an hochqualifiziertem Personal, auch die Suche nach neuen operativen Mitarbeitern. Laut der Internationalen Road Transport Union (IRU) fehlen in 10 bis 15 Jahren allein in Deutschland 150.000 Berufskraftfahrer. Um mit dem Problem des Fachkräftemangels nachhaltig umzugehen, sollten alle Phasen im Mitarbeiterzyklus beachtet werden. Gefragt ist eine mehrdimensionale Strategie, die langfristig die Unternehmenskultur prägt.[820]

Mobilität: „Die Mobilität befindet sich vor dem nächsten Evolutionsschritt. Der wachsende Bedarf an flexiblen und schnellen Transportmöglichkeiten bringt eine Vielfalt verschiedener Mobilitätsformen hervor. Vernetzt, geteilt und ohne CO_2-Belastung die Mobilität von morgen wird durch technische Innovationen neue Formen der Fortbewegung für Menschen und Waren ermöglichen müssen.“[821]

Sharing Economy: Der gesellschaftliche Wandel vom Eigentum zur gemeinsamen Nutzung von Gütern, Anlagen und Dienstleistungen über digitale Plattformen ist einer der bahnbrechendsten Trends der letzten Jahre. Logistikdienstleister können diese Netzwerke durch die Zuweisung von Arbeitskräften, die Nutzung von Transportmitteln und die bedarfsgerechte Lagerhaltung und -abwicklung sowohl

[814] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022) und (Gartner, 2021).
[815] Vgl. (Gartner, 2021).
[816] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
[817] (Schiffer, et al., 2020, S. 13).
[818] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022) und (Gartner, 2021).
[819] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
[820] (BVL, 2020).
[821] (Schiffer, et al., 2020, S. 14).

unterstützen als auch an ihnen teilnehmen, um ein neues Maß an Effizienz und Wertschöpfung zu erreichen.[822]

Silver Economy: Da die Weltbevölkerung schnell altert, muss sich die Logistikbranche auf den Aufstieg der „Silver Economy" einstellen und neue Dienstleistungen für ältere Kunden und neue Möglichkeiten für ältere Arbeitnehmer anbieten. Gesundheit und Sicherheit im Hinblick auf Senioren werden ein zentrales Thema sein, da neue Technologien körperliche und kognitive Aufgaben unterstützen und ersetzen.[823]

Sustainability: (1) „Klimawandel und globale ökologische Bedrohungen erhöhen die Bedeutung der Nachhaltigkeit. Sowohl strengere Umweltauflagen von Staaten als auch die Nachfrage nach umweltschonenden Produkten und Logistikprozessen seitens der Endverbraucher setzen Unternehmen zunehmend unter Druck. Im Zuge einer ganzheitlichen Nachhaltigkeitsstrategie müssen Produktionstechnologien und die Logistik klimafreundlicher bzw. emissionsärmer werden. Gleichzeitig sind die Endverbraucher nur eingeschränkt bereit, höhere Preise zu bezahlen. Soziale Ungleichheiten und Spannungen erfordern zudem, dass Unternehmen ihre gesellschaftliche Verantwortung übernehmen."[824]

(2) Aufgrund strengerer Vorschriften und größerer Ressourcenknappheit müssen die Logistikunternehmen unbedingt neue Wege zur Senkung des Energieverbrauchs finden. Darüber hinaus wird das wachsende Bewusstsein der Verbraucher für Nachhaltigkeitsfragen dazu führen, dass „grüner" Transport einen größeren Wert hat. Nachhaltigkeit wird in den T&L-Segmenten Gewinner und Verlierer hervorbringen. Die Schiene wird davon profitieren, da dieser Verkehrsträger umweltfreundlich ist, ebenso wie die Anbieter von Schienennetzen und andere Segmente, die dazu beitragen, den Verkehr effizienter zu gestalten, wie z.B. Hinterland-Terminals. Die Akteure im Luft-, See- und Straßenverkehr werden mit einem höheren Aufwand für die Einhaltung von Vorschriften konfrontiert sein, z.B. mit der Notwendigkeit, Flotten aufzurüsten oder zu ersetzen, um neue Emissionsstandards zu erfüllen. Logistikdienstleister könnten auch von ihren Kunden unter Druck gesetzt werden, eine grüne Agenda zu verfolgen. Für viele T&L-Unternehmen wird die entscheidende Herausforderung darin bestehen, Geschäftsmöglichkeiten im Zusammenhang mit der Nachhaltigkeit zu erkennen, anstatt sich darauf zu konzentrieren, wie sich die Nachhaltigkeit auf den Betrieb auswirken wird. Um die Chancen zu nutzen, müssen Geschäftsmodelle entwickelt werden, die neue Dienstleistungen anbieten – wie etwa Logistikdienstleistungen, die die Komplexität des nachhaltigen Transports von Lebensmitteln in der gesamten Lieferkette berücksichtigen.[825]

(3) Klimawandel und Klimaschwankungen gelten als die schwerwiegendsten von Menschen verursachten Umweltprobleme. Zur Abmilderung der Folgen des Klimawandels setzen Staaten und Unternehmen zunehmend auf strengere Richtlinien und Strategien. Darüber hinaus fragen Kunden vermehrt nachhaltige Produkte und Dienstleistungen nach. Aufgabe der Logistik wird es sein, neue Nachhaltigkeitsstrategien zu entwickeln und einen stärkeren Beitrag zur Reduktion von Klimagasen zu leisten, z.B. durch den Einsatz emissionsarmer Fahrzeuge oder durch die klimaverträgliche Optimierung von Transportwegen.[826]

(4) Effizienter Ressourceneinsatz war bereits vor der Nachhaltigkeitsdebatte ein wichtiger Punkt für den Wirtschaftsbereich Logistik. Intelligente Routenplanung sowie Mehrwegtransportverpackungen helfen bei der Optimierung der Transporte. Im Zuge des nachhaltigen Wandels werden außerdem vermehrt

[822] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022) und (Dohrmann, et al., 2022).
[823] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022) und (Dohrmann, et al., 2022).
[824] (Schiffer, et al., 2020, S. 14).
[825] Vgl. (Farag, Korenkiewicz, & Riedl, 2016).
[826] (Fraunhofer IIS, 2022).

technische Umstellungen notwendig. Elektrische Antriebe sind nur eine von vielen Alternativen bei der Umrüstung des Fuhrparks. Die strategische Ausrichtung auf Nachhaltigkeit verändert, beispielsweise durch gezieltes Management der CO_2-Bilanzen sowie Nearshoring und Local Sourcing, die globalen Warenströme.[827]

(5) Fortschrittliche und innovative Technologien zur Reduzierung von Treibhausgas-Emissionen.[828]

Sustainable Logistics: Ökologische Ungleichgewichte und die wachsende Nachfrage von Kunden und Regierungen nach nachhaltigen Lösungen haben einen dringenden Bedarf an umweltfreundlichen Praktiken in den Lieferketten entstehen lassen, von der Rohstoffgewinnung bis zum Management des End-of-Life von Produkten. Zusammen mit optimierten Prozessen, emissionsfreier Mobilität und Lösungen für den Kohlenstoffausgleich in den Anlagen wird diese Dynamik der Logistikbranche helfen, grün zu werden.[829]

Urbanisierung/ Urbanization: (1) „Ein immer größerer Teil der Bevölkerung lebt in Städten und Ballungsräumen. Neue Formen der Vernetzung und des Zusammenlebens entstehen. Die Urbanisierung führt dabei nicht nur in den Städten, sondern auch in den ländlichen Regionen zu einer Neugestaltung des Lebensraumes. Bisher nicht oder kaum besiedelte Regionen werden als Lebensraum aber auch für Produktionsstätten ausgebaut.“[830]

(2) Da die Abwanderung vom Land in die Städte anhält, werden weitere Megastädte entstehen und neue Nachfragemuster bei den Verbrauchern hervorrufen, die sich auf die Logistikunternehmen auswirken. Diese Unternehmen müssen mit der größeren Komplexität der Logistik in den Städten und den steigenden Erwartungen der Verbraucher an den Komfort zurechtkommen. Die Segmente, die am meisten von der Urbanisierung profitieren werden, sind der Straßentransport und die KEP-Zustellung sowie die Hinterlandterminals und die Lagerhaltung. Auch im Bereich der Kontraktlogistik ist mit einer steigenden Nachfrage zu rechnen.[831]

Wissenskultur & Informationsgesellschaft: „Die wachsende Vernetzung und die Möglichkeit, jederzeit auf Informationen zugreifen zu können, verändert unsere Art mit Informationen umzugehen. Das globale Wissen wächst exponentiell und neue Formen des Austauschs und des kollaborativen Lernens entstehen. Wissen wird für jedermann zugänglich und damit zum Allgemeingut. Dies erfordert neue Herangehensweisen, mit Wissen umzugehen und vor allem dieses aufwandsarm zu finden.“[832]

A2: Wirtschaftlichkeit

Center of Excellence: COE-Experten für Business Process Management, Customer Relationship Management und bestimmte Geschäftsbereiche; greifen auf Best Practices und Tools zurück.[833]

Cost-to-Serve Analysis: Analyse der Betriebskosten[834]

Customer Experience: Kundenerlebnis[835]

827 (BVL, 2020).
828 (DHL Freight Connections, 2022).
829 Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022).
830 (Schiffer, et al., 2020, S. 13).
831 Vgl. (Farag, Korenkiewicz, & Riedl, 2016).
832 (Schiffer, et al., 2020, S. 14).
833 Vgl. (Gartner, 2021).
834 Vgl. (Gartner, 2021).
835 Vgl. (Gartner, 2021).

(De-) Globalisierung: (1) „Ressourcen, Produkte und Informationen werden weltweit erzeugt und ausgetauscht. Die Vernetzung von Menschen, Unternehmen und Produkten führt zu einem hochkomplexen System: Es schafft nicht nur neue Möglichkeiten der internationalen Zusammenarbeit, sondern stellt auch wachsende Anforderungen an die Logistik; (globale) Krisensituationen verdeutlichen diese hohen Anforderungen besonders. Parallel zu Staaten und Regulierern, die versuchen globale Prozesse auf nationaler Ebene zu kontrollieren, entsteht eine Generation Global, die den weltweiten Austausch von Daten und Waren weiter verstärkt."[836]

(2) Globale Handelsströme werden durch politische Regulierungen und Handelsbeschränkungen stetig verändert. Die konkreten Folgen des Brexits sind beispielsweise noch nicht abzusehen. Die bevorstehenden Grenzwartezeiten sind hierbei nur eines von vielen Problemen. Nationale Bewegungen stören den globalen Handel und bringen neben gravierenden Risiken weitere Unsicherheiten für den Wirtschaftsbereich Logistik mit sich.[837]

(3) Engere internationale Vernetzung durch Digitalisierung und mehr Lokalisierung für stabile Lieferketten.[838]

(Digital) Logistics Marketplaces: Logistikmarktplätze führen die Nachfrage von Verladern und das Angebot von Spediteuren in immer komplexeren Lieferkettennetzen zusammen. Die Anbieter dieser digitalen Maklerdienste bieten einen zentralen Marktplatz, auf dem nicht nur die Zustellungsraten und -termine verwaltet werden, sondern auch zusätzliche Dienstleistungen wie die Transparenz der Sendungen und die Verwaltung von Zolldokumenten, die den Kunden ein verbessertes und maßgeschneidertes digitales Erlebnis bieten.[839]

Diversifizierung: Die Belegschaften werden immer heterogener: Die Erwerbsquote bei 55- bis 65-Jährigen steigt ebenso wie der Frauenanteil und die Anzahl von Menschen mit Migrationshintergrund. Heterogene Belegschaften stellen insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen vor große Herausforderungen, bieten im Hinblick auf die Globalisierung aber auch große Potenziale. Aufgabe der Logistikbranche wird es sein, die Diversität gerade im Hinblick auf die Qualifikation und Gesundheit der Mitarbeiter zu beherrschen.[840]

Elastic Logistics: Die elastische Logistik ermöglicht es Unternehmen, ihre Lieferkette in Zeiten schwankender Nachfrage effizienter zu gestalten. Sie hilft dabei, die Lieferkette je nach Bedarf entsprechend der Marktnachfrage zu vergrößern oder zu verkleinern. Die elastische Logistik bewältigt damit die Herausforderungen, denen sich Supply Chain-Unternehmen gegenübersehen, wie z.B. unzureichende Auslastung von Schiffen, Einschränkungen bei der Lagerhaltung und Überbevorratung.[841]

E-Commerce: Das Handelsvolumen verlagert sich von den physischen Einzelhandelsgeschäften auf Online- und mobile Plattformen. Da die Verbraucher zunehmend Produkte über allgegenwärtige Angebote im Internet kaufen, ist der Warenfluss durch das Verkehrsnetz bereits komplexer geworden. Direktlieferungen an die Haushalte ersetzen die Lieferungen an Einzelhandelsgeschäfte. Die Logistikunternehmen müssen ihre End-to-End-Dienste ausweiten und sich auf einen aggressiven Wettbewerb durch neue Unternehmen vorbereiten, die sich auf Fulfillment und Last-Mile-Delivery spezialisiert haben, sowie auf Einzelhändler, die ihre eigenen Logistikunternehmen aufbauen. Die mit

836 (Schiffer, et al., 2020, S. 14).
837 (BVL, 2020).
838 (DHL Freight Connections, 2022).
839 Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022) und (Dohrmann, et al., 2022).
840 (Fraunhofer IIS, 2022).
841 Vgl. (StartUs Insights, 2022).

der Paketzustellung verbundenen Segmente werden vom anhaltenden Wachstum des E-Commerce profitieren. Zu diesen Segmenten gehören nicht nur die KEP-Zustellung, sondern auch andere, wie Straßentransport- und Kontraktlogistikanbieter, die über Unternehmen verfügen, die in der Lage sind, die letzte Meile abzuwickeln. Die Postzustellung profitiert bereits von diesem Trend, aber diese Gewinne reichen oft nicht aus, um die durch die elektronische Kommunikation verursachten Geschäftseinbußen auszugleichen.[842]

Fresh Chain: Bestellungen von Lebensmitteln, Mahlzeiten und Pharmazeutika treiben das Wachstum bei der Abwicklung und Lieferung temperaturgeführter Waren über Standardnetzwerke voran und stellen neue Herausforderungen an die Kommissionierung, Verpackung und den Transport von Sendungen mit Temperaturintegrität. Um diese frische Kette von Einzelsendungen zu ermöglichen, muss die Branche spezielle Prozesse, innovative Kühlkettenverpackungen und eine optimierte Infrastruktur entwickeln und implementieren.[843]

Future of Work: (1) Automatisierung, eine alternde Bevölkerung, der Aufstieg der Millennials und die COVID-19-Pandemie verändern die Arbeit in der Logistikbranche grundlegend. Menschen, die mit Robotern zusammenarbeiten, flexible Arbeitssysteme, kontinuierliches Lernen und Fortbildung werden Unternehmen dabei helfen, zukunftssicher zu werden, wettbewerbsfähig zu bleiben und die Arbeitskräfte der Zukunft zu gewinnen und zu halten.[844]

(2) Der Trend zu Fernarbeit und Teleoperation bezieht sich auf den globalen Wandel von der Vorstellung, dass Arbeitnehmer am Arbeitsplatz arbeiten müssen, hin zu der Idee, dass Arbeitnehmer von zu Hause, von verschiedenen Arbeitsplätzen und von anderen Orten aus arbeiten können, um Aufgaben zu erledigen.[845]

Individualisierung: (1) „Die Individualisierung und damit der Wunsch nach Selbstverwirklichung ist ein Trend, der sich ausgehend von den westlichen Staaten zunehmend global entfaltet. Als Resultat unserer Wohlstandsgesellschaft werden bereits heute umfassende Produktpaletten und -varianten, Tendenz steigend, angeboten. Die Serienproduktion von Individualprodukten verändert unser Konsumverhalten und schafft damit komplexe Herausforderungen für Gesellschaft und produzierende Unternehmen. Die große Anzahl von Produktvarianten erhöht die Komplexität der Supply Chain sowohl auf der Seite der Zulieferer als auch bei der Zustellung der Produkte auf Seiten der Konsumenten. Die früher typische Belieferung fertiger Endprodukte „ab Lager“ verliert weitestgehend an Bedeutung.“[846]

(2) „Die Diversifizierung der Logistikdienstleistungen greift in allen Bereichen. So bedarf es einer umfangreichen Planung für breitere Lieferantenstrukturen und gleichzeitig filigraner und flexibler Konzepte für die Abfertigung von kleineren und individualisierten Losgrößen. Das Netz von Wertschöpfungsketten wird engmaschiger, aber dünner. Die Anforderung ein breites Sortiment abzudecken, ohne unnötige Bestände vorzuhalten, hat intelligente Lösungen für beispielsweise JIT-Lieferungen, Lagerstrukturen oder die letzte Meile hervorgerufen, mit denen die Komplexität beherrscht werden kann.“[847]

Infrastructure Congestion & Scarcity: Die Infrastruktur wird zunehmend zu einem Engpass für die Wirtschaft. Engpässe und die damit verbundenen Kostensteigerungen (z.B. höhere Landegebühren) werden den Logistikanbietern zusätzliche Belastungen auferlegen und könnten

[842] Vgl. (Farag, Korenkiewicz, & Riedl, 2016).
[843] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022).
[844] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022).
[845] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
[846] (Schiffer, et al., 2020, S. 13).
[847] (BVL, 2020).

Dienstleistungsangebote wie die Just-in-Time-Lieferung stören. Überlastung und Knappheit der Infrastruktur werden vor allem in Gebieten mit hoher Bevölkerungsdichte eine kritische Herausforderung darstellen. Die Logistikunternehmen werden diese Einschränkungen bei der Entwicklung von Lösungen für ihre Kunden überwinden müssen. Die Segmente der Logistikinfrastruktur werden davon profitieren, da die Akteure in stark überlasteten Regionen, in denen die Kunden nur wenige Alternativen haben, die Möglichkeit haben werden, ihre Gewinnspannen zu erhöhen, während die Ausführungssegmente mit der Aussicht auf eine schwindende Marktmacht konfrontiert werden. Die Segmente Spedition und Kontraktlogistik werden profitieren, da die Unternehmen durch den Weiterverkauf von Kapazitäten auf überlasteten Strecken höhere Margen erzielen. Diese Marktteilnehmer können ihren umfassenden Marktüberblick nutzen, um die Strecken mit den größten Kapazitätsengpässen zu ermitteln, sich Kapazitäten auf diesen Strecken zu sichern und sie den Kunden zu Spitzenpreisen anzubieten. Auch das Segment der Logistikberatung wird davon profitieren, da die Anbieter fortschrittliche Lösungen für die Routenplanung anbieten, die den Kunden helfen, Engpässe zu erkennen und eine höhere Effizienz zu erzielen.[848]

Kostendruck: Der Wirtschaftsbereich Logistik ist stark vom Gedanken des Outsourcings geprägt und so direktem Kostendruck ausgesetzt. Außerdem werden Preisverhandlungen erschwert, wenn die Leistungen nicht als Mehrwert, sondern als Kostenverursacher gesehen werden. Es gilt, eben diesen Mehrwert der Logistik zu verkaufen und Aufträge gleichzeitig kosteneffizient auszuführen. Einsparpotenziale werden durch operative Effizienz, aber auch durch strategische Konsolidierung, gehoben. 2019 sind die weltweiten Transport- und Logistik-Fusionen und -Übernahmen, trotz anhaltender Unsicherheiten, mit 12 Prozent deutlich gestiegen (PWC, 2020).[849]

Last Mile Delivery: Der letzte Schritt der Lieferkette, vom Lager oder Distributionszentrum zum Kunden, ist oft ineffizient und macht einen großen Teil der Gesamtkosten für den Warentransport aus. Die Zustellung auf der letzten Meile ist eine entscheidende Dienstleistung in der Logistik, da sie direkt mit der Kundenzufriedenheit zusammenhängt. Die Zustellung auf der letzten Meile ist jedoch mit verschiedenen Problemen konfrontiert, z.B. mit Verzögerungen aufgrund von Verkehrsstaus, Kundenwünschen, staatlichen Vorschriften und der Lieferdichte.[850]

Mass Personalization: Massenpersonalisierung bedeutet, dass maßgeschneiderte Produkte oder Dienstleistungen angeboten werden, die den Anforderungen der einzelnen Kunden entsprechen und mit der Effizienz einer Massenproduktion hergestellt und geliefert werden. Für Logistikdienstleister wird dieser Trend die Nachfrage nach Mehrwertdiensten in den Distributionszentren in den Bereichen Konsolidierung, Erfüllung, Verschiebung und kundenspezifische Anpassung sowie nach Dienstleistungen mit hohem Kontaktwert auf der letzten Meile erhöhen.[851]

Metaverses: Der Trend zu Metaversen umfasst virtuelle Welten, die parallel zur physischen Realität existieren und in denen die Nutzer Avatare annehmen, um ihr digitales Leben zu erleben und zu leben.[852]

Multisourcing: Zunehmend schlankere Lieferketten haben die Produktion beschleunigt und die Lieferkosten weltweit optimiert, aber sie haben auch ihre erhöhte Anfälligkeit gegenüber unvorhersehbaren menschlichen und natürlichen Kräften offenbart. Die Beschaffung bei mehreren Lieferanten entlang einer Lieferkette, von den Rohstoffen bis zur letzten Meile, kann das Risiko durch

[848] Vgl. (Farag, Korenkiewicz, & Riedl, 2016).
[849] (BVL, 2020).
[850] Vgl. (StartUs Insights, 2022) und (Gartner, 2020).
[851] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022) und (Dohrmann, et al., 2022).
[852] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).

zusätzliche regionale Flexibilität wirksam mindern und die Wettbewerbsfähigkeit der Logistikunternehmen auf der globalen Bühne stärken.[853]

Nachfrageschwankungen: Die Nachfrage nach Logistikleistungen variiert in den Branchen aktuell sehr stark. Auf der einen Seite sind alle Ressourcen im Einsatz, um die Versorgung mit Lebensmitteln oder medizinischen Hilfsmitteln zu gewährleisten. Gleichzeitig sind die Auftragsbücher der Logistiker in der Automobilindustrie leer. Im besten Fall reagieren diese auf Nachfrageschwankungen, bevor sie eintreten. Mit intelligenter Analyse und Prognosesoftware können komplexe Nachfragestrukturen vorhergesagt werden. Sind die Schwankungen bereits da, helfen flexible Lagerstrukturen oder der Einsatz von Robotern, um Kapazitätsengpässe abzufedern.[854]

Next-Generation Security: (1) Da ganze Lieferketten digitalisiert und vernetzt werden, müssen Schwachstellen vor der zunehmenden Wahrscheinlichkeit von Cyberangriffen geschützt werden. Zusätzlich zu den seit langem etablierten bewährten Sicherheitspraktiken müssen Lieferketten in Zukunft auch neue, intelligente Technologien nutzen, um die physische Sicherheit zu gewährleisten und Maßnahmen gegen die zunehmende Raffinesse von Fälschungs- und Schmuggelaktivitäten zu verstärken.[855]

(2) Prozesse, Maschinen und Produkte werden immer stärker vernetzt und erzeugen immer mehr Daten. Hier verhalten sich Endverbraucher ambivalent: Fordern sie einerseits einen maximalen Schutz ihrer Daten und Informationen, geben sie andererseits sehr persönliche Informationen in sozialen Netzwerken freiwillig preis. Datengetriebene Geschäftsmodelle und die Effizienzsteigerung erhöhen für Unternehmen den Anreiz, systematisch Daten zu sammeln und personengruppenspezifisch auszuwerten. Dateneigentum und die Rechte für Datenverarbeitung und -interpretation sind zu klären.[856]

Physical Internet: Der Trend des physischen Internets ist ein neues Logistikparadigma, das ein weltweites offenes Netzwerk vorsieht, das physisch, digital und operativ hyperverbunden ist.[857]

Predictive Analytics: Prädiktive (vorausschauende) Analytik in der Lieferkette[858]

Quick Commerce: Der Trend zum „Quick Commerce“, auch „On-Demand-Delivery“ genannt, ist die nächste Generation des E-Commerce, die bequeme Online-Bestellungen, eine präzise Auftragsabwicklung und eine schnelle Lieferung innerhalb einer Stunde nach Auftragserteilung umfasst.[859]

Rethinking Packaging: Mit einer globalen Marktgröße von fast 1 Billion Dollar ist die Verpackung ein wichtiger Bestandteil der Logistikbranche. Das anhaltende Wachstum des elektronischen Handels und die zunehmenden Forderungen nach mehr Nachhaltigkeit treiben neue kreative und kosteneffiziente Lösungen voran, bei denen Recyclingfähigkeit, Wiederverwendbarkeit, Kompostierbarkeit und biologische Abbaubarkeit im Vordergrund stehen. Innovation und Technologie werden den Weg zu besseren Verpackungen von morgen weisen.[860]

[853] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022).
[854] (BVL, 2020).
[855] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022), (Dohrmann, et al., 2022) und (Gartner, 2021).
[856] (Schiffer, et al., 2020, S. 14).
[857] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
[858] Vgl. (Gartner, 2020); (Gartner, 2021).
[859] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
[860] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022) und (Dohrmann, et al., 2022).

Servitization: (1) Die Umwandlung traditioneller produktbasierter Geschäftsmodelle in „Outcome-as-a-Service"-Modelle stellt den Endverbraucher in den Mittelpunkt der Strategien und Beziehungen und liefert gleichzeitig wertvolle Erkenntnisse über die Produktnutzung. Um Servitization-Konzepte vollständig umsetzen zu können, müssen Unternehmen Technologien zur Zustandsüberwachung und Modelle zur Abrechnung von Dienstleistungen einführen.[861]

(2) Deutschland wandelt sich von einer Industrie- zu einer Dienstleistungsgesellschaft. Kunden kaufen nicht mehr allein das Produkt, sondern auch die damit verbundenen Dienstleistungen. Durch diese hybriden Produkte können Unternehmen ihre Umsatzchancen verbessern und eine höhere Kundenbindung erzielen. Diese Transformation ist jedoch mit weitreichenden Veränderungen im Kundenkontakten und in den Geschäftsmodellen verbunden. In den nächsten Jahren müssen durch die Branche die Potenziale und Herausforderungen einer serviceorientierten Logistik unbedingt geprüft werden.[862]

(3) „Die Nachfrage verändert sich, gleichzeitig erweitert die Digitalisierung die Produktpalette und fügt neue Funktionen hinzu: Stand früher das physische Produkt im Kundenfokus, steigt der Dienstleistungsanteil am Produkt. Es entstehen neue Wirtschaftszweige und Geschäftsmodelle. Traditionelle Produktionsunternehmen müssen sich diesen Veränderungen anpassen, um ihre Kunden zu binden oder ihre Marktposition zu sichern. Diese sogenannte Servitization stellt eine zentrale Herausforderung für produzierende Unternehmen dar."[863]

(4) Der Trend zu „Everything as a Service", auch bekannt als „XaaS" oder „Servitization", bedeutet die Abkehr vom Kauf und Verkauf von Produkten hin zum Verkauf von Dienstleistungen, um ein Ergebnis zu erzielen.[864]

Smart Containerization: Die Einführung des Standardcontainers hat den weltweiten Frachtverkehr revolutioniert und zu enormen Verbesserungen in Bezug auf Effizienz und Leichtigkeit des Handels geführt. Der wachsende Bedarf an Volumenflexibilität und der zunehmende Zeit- und Kostendruck machen nun jedoch neue Containerformate und -verfahren erforderlich, insbesondere im Zusammenhang mit gemeinsamen Logistiknetzen und der Zustellung in Städten.[865]

Smartification: Der Trend zur „Smartification" bezieht sich auf die Nachrüstung oder Herstellung von zuvor nicht angeschlossenen analogen Anlagen mit Sensor- und Drahtlostechnologien, wodurch sie „intelligent" und vernetzt werden und die analog-digitale Kluft überbrücken.[866]

Space Economy: Der Trend der Weltraumwirtschaft umfasst alle Aktivitäten zur Erforschung, zum Verständnis, zur Nutzung und zur Verwaltung des Weltraums aus verschiedenen Gründen, einschließlich Wissenschaft, Telekommunikation, Ressourcengewinnung, Produktion und Tourismus.[867]

Space Logistics: Mit dem Aufkommen von Satellitenkonstellationen und bewohnbaren Basen ist die Weltraumlogistik eine neue Nische in der Branche. Der Kern der Logistik bleibt zwar derselbe, ob im Weltraum oder auf der Erde, doch stellen strengere Auflagen und extreme Bedingungen eine

[861] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022).
[862] (Fraunhofer IIS, 2022).
[863] (Schiffer, et al., 2020, S. 14).
[864] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
[865] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022).
[866] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
[867] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).

Herausforderung für den sicheren Transport, die Lagerung und die Lieferung von Materialien und Produkten außerhalb der Erdatmosphäre und zurück dar.[868]

Supergrid Logistics: Über die 4PL-Logistik und Logistikmarktplätze hinaus bezieht sich der Trend der Supergrid Logistics auf die nächste Dimension der Konsolidierung, Orchestrierung und Optimierung globaler Lieferkettennetzwerke, die Schwärme verschiedener Produktionsunternehmen und Logistikanbieter integrieren. Dies eröffnet neue Geschäftsmöglichkeiten für verschiedene Akteure, darunter etablierte 4PLs, spezialisierte Unternehmen und sogar kleine lokale Kuriere und Start-ups.[869]

Verändertes Kaufverhalten: Die Entwicklungen im Kaufverhalten verlangen nach flexiblen Lösungen der Logistik in allen Bereichen. Beispielsweise müssen Läger so strukturiert werden, dass sie zum einen den stationären Einzelhandel versorgen und die Mitarbeiter Pakete für die individuelle Zustellung picken sowie verpacken. Zum anderen müssen die Bestände über einen digitalen Zwilling abgebildet werden können. Der steigende Umsatz im E-Commerce spiegelt sich im Sendungsvolumen der KEP–Dienstleister wider. Hier sind vor allem in der urbanen Logistik innovative Konzepte nötig, um bei steigendem Sendungsvolumen die Infrastruktur der Städte nicht zu sehr zu belasten.[870]

Vernetzung und Datenkollaboration: Bei einem Blick auf die Daten, mit denen jeder Logistiker täglich hantiert, werden die Chancen durch einen gemeinsamen Datenaustausch deutlich: Transportdaten, wie Zeitpläne und Lieferdaten, aber auch Informationen zum Zustand der Ware sind von hohem Nutzen, um unternehmensübergreifende Transparenz herzustellen. Meldungen über Materialflussstörungen helfen dabei, Logistikaktivitäten zu harmonisieren. Die Teilung von Bedarfsprognosen verhindert einen Bullwhip-Effekt entlang der Lieferkette. Daten haben nicht nur Nutzen für den, der sie besitzt, sondern auch für Partner entlang der Wertschöpfungskette.[871]

Workforce Analytics: Analyse der Arbeitskraft[872]

B: Technologische Trends

B1: SCM

Alternative Engergy Solutions: Der Trend zu alternativen Energielösungen umfasst die Vielfalt der Technologien und der dazugehörigen Infrastruktur, die Energie aus erneuerbaren, unerschöpflichen Quellen nutzbar machen, speichern und verwenden.[873]

Bio-Based Materials: Der Trend zu biobasierten Materialien umfasst alle Materialien, die ausschließlich aus Stoffen hergestellt werden, die aus traditioneller, nachhaltiger Biomasse stammen, sowie moderne bio-synthetische Verfahren.[874]

Carrier/ Supplier Appointment Scheduling: Terminplanung für Spediteure/ Lieferanten[875]

Digital Supply Chain (SC) Strategy: Digitale Strategien für die Lieferkette[876]

[868] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022).
[869] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022).
[870] (BVL, 2020).
[871] (BVL, 2020).
[872] Vgl. (Gartner, 2021).
[873] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
[874] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
[875] Vgl. (Gartner, 2020).
[876] Vgl. (Gartner, 2021)

Digital (Supply Chain) Twins (in Warehousing): (1) Als einzigartige, virtuelle Repräsentationen potenzieller oder tatsächlicher physischer Objekte und Prozesse ermöglichen digitale Zwillinge Unternehmen, ihre Anlagen effektiver zu entwerfen, zu visualisieren, zu überwachen, zu verwalten und zu warten. Angeführt von der Maschinenbau-, Fertigungs-, Automobil- und Energiebranche helfen diese simulierten Nachbildungen dabei, neue dienstleistungsbasierte Geschäftsmodelle zu erschließen, die auf wertvollen Erkenntnissen aus Betriebsdaten basieren.[877]

(2) Der Trend zur drahtlosen Kommunikation der nächsten Generation ist die Entwicklung und Implementierung von evolutionären drahtlosen Kommunikationstechnologien und der dazugehörigen Infrastruktur.[878]

Digitized Freight Networks (Road): Digitalisierte Güterverkehrsnetze (Straße)[879]

Global Logistics Visibility: Sichtbarkeit globaler Logistik[880]

Indoor Location for Assets: Standortbestimmungen für Anlagen in geschlossenen Räumen[881]

Indoor Mobile Robots: Der Trend zu mobilen Robotern für den Innenbereich umfasst verschiedene Arten von tragbaren Robotern, die vor allem Aufgaben innerhalb von Einrichtungen ohne direkte Eingriffe durch menschliche Bediener erfüllen.[882]

Last Mile Delivery Solutions: Der letzte Schritt der Lieferkette, vom Lager oder Distributionszentrum zum Kunden, ist oft ineffizient und macht einen großen Teil der Gesamtkosten für den Warentransport aus. Die Zustellung auf der letzten Meile ist eine entscheidende Dienstleistung in der Logistik, da sie direkt mit der Kundenzufriedenheit zusammenhängt. Die Zustellung auf der letzten Meile ist jedoch mit verschiedenen Problemen konfrontiert, z.B. mit Verzögerungen aufgrund von Verkehrsstaus, Kundenwünschen, staatlichen Vorschriften und der Lieferdichte.[883]

Metrics: Metriken[884]

Modular Operating Model: Modulares Betriebsmodell[885]

Multichannel-Logistik: Stabilere Lieferketten durch flexible Nutzung unterschiedlicher Verkehrsträger.[886]

Network Design: Netzwerk-Design[887]

Omnichannel Logistics: Die nächste Generation des Omnichannel-Einzelhandels – einschließlich „Webrooming", Showrooming und No-Line-Commerce-Konzepten – erfordert Logistiknetzwerke, die nicht nur präsent sind, sondern auch in der Lage, sich auf die Bedürfnisse der Kunden in allen Kanälen einzustellen. Dynamische Liefer-, Abwicklungs- und Rückgabeoptionen erfordern eine nahtlose

[877] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022), (Gartner, 2020) und (Gartner, 2021).
[878] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
[879] Vgl. (Gartner, 2020).
[880] Vgl. (Gartner, 2020).
[881] Vgl. (Gartner, 2020).
[882] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
[883] Vgl. (StartUs Insights, 2022) und (Gartner, 2020).
[884] Vgl. (Gartner, 2021).
[885] Vgl. (Gartner, 2021).
[886] (DHL Freight Connections, 2022).
[887] Vgl. (Gartner, 2021).

technologische Integration, Datenaustausch und Zusammenarbeit zwischen Herstellern, Einzelhändlern und Logistikanbietern.[888]

Outdoor Autonomous Vehicles: Der Trend zu autonomen Fahrzeugen für den Außenbereich umfasst eine Vielzahl von selbstfahrenden Robotern, die hauptsächlich im Freien auf dem Land oder auf dem Wasser eingesetzt werden, sowohl auf Privatgrundstücken als auch auf öffentlichen Wegen.[889]

Prescriptive Analytics: Präskriptive Analytik[890]

Real-Time Transportation Visibility Platforms: Plattformen für Echtzeit-Transportanzeigen[891]

Robotics & Automation: (1) Die erste Welle der Automatisierung durch intelligente Robotik hat die Logistikbranche erreicht. Angetrieben durch den rasanten technologischen Fortschritt und die bessere Erschwinglichkeit halten Robotik-Lösungen Einzug in die Logistikbranche, unterstützen Null-Fehler-Prozesse und steigern die Produktivität. Ob mobil oder stationär, Roboter werden immer mehr Aufgaben in der Lieferkette übernehmen und die Mitarbeiter bei der Lagerhaltung, dem Transport und sogar bei der Auslieferung auf der letzten Meile unterstützen.[892]

(2) Unterstützung bei einfachen Tätigkeiten im Fulfillment durch digitale Helfer.[893]

(3) „Die weltweite Nachfrage nach Industrierobotern steigt bis 2025 voraussichtlich um 10 % jährlich. Deutschland ist neben Japan, Südkorea, China und den USA Leitmarkt für den Absatz von Robotern. Die zunehmende Verbreitung ist auf einen höheren Funktionsumfang der Roboter durch die Nutzung neuer Technologien und Materialien zurückzuführen. Gerade durch den Einsatz außerhalb von Sicherheitszäunen und in direkter Kooperation mit dem Menschen ergeben sich neue Anwendungsfelder für Roboter, die die Produktivität in der Wertschöpfungskette erhöhen werden.“[894]

(4) Logistik hat das große Potenzial der Robotik schon lange erkannt. Das Containerterminal Altenwerder im Hamburger Hafen begeistert seit 2002 Experten und Interessierte mit autonomer Transport- und Prozesssteuerung. Neben derartigen Komplettlösungen ist auch der vereinzelte Einsatz von Robotik in allen Bereichen möglich. Selbstfahrende Lkws und Lieferroboter übernehmen Aufgaben in der Transportlogistik. Auch auf dem Werksgelände können Roboter für die Produktionslogistik eingesetzt werden.[895]

(5) Die Integration von Robotern in die Logistik erhöht die Geschwindigkeit und Genauigkeit der Lieferkettenprozesse und verringert menschliche Fehler. Roboter bieten mehr Betriebszeit und erhöhen die Produktivität im Vergleich zu menschlichen Arbeitskräften. Roboter übernehmen jedoch nicht die Aufgaben von Menschen, sondern arbeiten mit ihnen zusammen, um die Effizienz zu steigern. Physische Roboter, wie kollaborative Roboter („Co-Bots“) und autonome mobile Roboter (AMR), werden zur Kommissionierung und zum Transport von Waren in Lagerhäusern und Lagereinrichtungen eingesetzt. Darüber hinaus übernehmen Softwareroboter sich wiederholende und alltägliche Aufgaben, die menschliche Arbeitskräfte entlasten.[896]

---

888 Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022) und (Dohrmann, et al., 2022).
889 Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
890 Vgl. (Gartner, 2021).
891 Vgl. (Gartner, 2020)
892 Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022), (Gartner, 2020), (Gartner, 2021) und (SCI Verkehr, 2021).
893 Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
894 (Fraunhofer IIS, 2022).
895 (BVL, 2020).
896 Vgl. (StartUs Insights, 2022).

SC as a Service: Auslagerung an einen Dienstleister eines Teils oder aller Funktionen des Lieferkettenmanagements.[897]

Blockchain: (1) Blockchain und andere Distributed-Ledger-Technologien (DLT) können die Komplexität globaler Lieferketten verringern und so das Vertrauen und die Transparenz zwischen Akteuren und Kunden erhöhen und die Automatisierung von Verwaltungs- und Geschäftsprozessen unterstützen. Intelligente Vertragskonzepte und die potenzielle Einführung von Kryptowährungen als praktikable Zahlungsmittel werden ebenfalls Möglichkeiten für neue Dienstleistungen und Geschäftsmodelle in der Logistik schaffen.[898]

(2) Blockchain bietet Sicherheit durch ein unwiderlegbares dezentrales Ledger-System und löst dringende Probleme der Rückverfolgbarkeit und damit verbundene Herausforderungen. Dies bringt Transparenz in den Logistikprozess. Außerdem ermöglichen auf der Blockchain-Technologie basierende intelligente Verträge eine schnellere Genehmigung und Abfertigung, indem sie die Bearbeitungszeit an den Kontrollstellen verkürzen.[899]

SC Control Tower: vernetztes, personalisiertes Dashboard[900]

SC Convergence: Supply Chain Konvergenz führt in einem Unternehmen Kunden- und Lieferantenanforderungen, Ressourcen-Planung, Produktion, Vertrieb, Logistik und Einkauf zusammen, um ein konsistentes Gesamtbild herzustellen und somit die Supply Chain ganzheitlich optimieren zu können.[901]

SC Cost Optimization: Kostenoptimierung der Lieferkette[902]

SC Resilience/ Diversification: Der Trend zur Diversifizierung der Lieferkette bezieht sich auf die Neukonfiguration der Lieferkette, um das Ökosystem der Zulieferer zu erweitern und die Produktions- und Vertriebsnetze auszubauen, mit dem Ziel, die Widerstandsfähigkeit, Flexibilität, Reaktionsfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen.[903]

SC Risk Management: Mit höchstem Einsatz zeigt der Wirtschaftsbereich Logistik, wie er in Ausnahmesituationen mit Kapazitätsengpässen und unerwarteten Nachfrageschwankungen umgehen kann. Die Versorgung im täglichen Bedarf ist dank flexibler und leistungsstarker Logistikstrukturen gewährleistet. In der operativen Abwicklung kann die Logistik viel erreichen. Unterbrochene Lieferketten in der Produktion zeigen jedoch, wie wichtig ein vorausschauendes Risikomanagement ist. Zu einer umfassenden Vermeidung von Unterbrechungen gehören beispielsweise eine intelligente Risikobewertung, Transparenz durch Sensortechnik und Sicherheitsvorkehrungen gegen Cyber-Angriffe.[904]

SC Segmentation: Supply Chain Segmentierung[905]

Self-Driving/ Autonomous Vehicles: (1) Mit technologischen Fortschritten im Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) und ständig steigenden Investitionen in die Entwicklung von Sensoren und

[897] Vgl. (Gartner, 2020) und (Gartner, 2021).
[898] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022), (Dohrmann, et al., 2022), (Gartner, 2020) und (Gartner, 2021).
[899] Vgl. (StartUs Insights, 2022).
[900] Vgl. (Gartner, 2021).
[901] Vgl. (Gartner, 2020).
[902] Vgl. (Gartner, 2021).
[903] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022) und (Gartner, 2021).
[904] (BVL, 2020) und vgl. (Gartner, 2021).
[905] Vgl. (Gartner, 2021).

Bildverarbeitungstechnologien werden selbstfahrende Fahrzeuge die Art und Weise, wie sie zusammengebaut, betrieben, genutzt und gewartet werden, grundlegend verändern. Vom Langstrecken-Lkw bis zum Last-Mile-Rover werden selbstfahrende Fahrzeuge die Logistik verbessern, indem sie ein neues Maß an Sicherheit, Effizienz und Qualität ermöglichen.[906]

(2) Die notwendigen Technologien sind mittlerweile so weit ausgereift, dass autonomes Fahren, beispielweise auf Teststrecken wie der A9, technisch möglich ist. Problematisch sind aktuell ausschließlich rechtliche Fragestellungen wie z.B. Haftungsfragen, die mit der Teilhabe autonomer Fahrzeuge am öffentlichen Straßenverkehr in Verbindung stehen. Die Automobilindustrie wird sich daher grundlegend wandeln, mit weitreichenden Auswirkungen für die Logistikdienstleister der Branche. Darüber hinaus eröffnet autonomes Fahren neue Möglichkeiten für die Gestaltung von Prozessen und die Personalplanung im Güterverkehr.[907]

(3) Autonome Fahrzeuge verbessern die Fahrzeugsicherheit und liefern Waren sicher aus, indem sie menschliche Fehler beim Fahren ausschließen. Sie erhöhen die Effizienz bei der Zustellung auf der ersten und letzten Meile, da sie so konzipiert sind, dass sie den ganzen Tag und die ganze Nacht arbeiten können. Darüber hinaus verbessern autonome Fahrzeuge die Kraftstoffeffizienz, indem sie Platooning-Techniken für Langstrecken einsetzen, Staus reduzieren und die Fahrtrouten durch den Einsatz von KI-gestützter Technologie optimieren.[908]

Smart Labels: Der Trend zu intelligenten Etiketten (Smart Labels) bezieht sich auf die Verwendung von bedruckten Papier-, Kunststoff- oder Stoffetiketten, die mit einer speziellen intelligenten Inlay-Technologie aufgewertet werden, die mehr Informationen digital erfassen und übermitteln kann, als auf dem physischen Etikett aufgedruckt sind.[909]

Solution Supply Chains: Lieferkettenlösungen[910]

Stationary Robotics: Der Trend zur stationären Robotik umfasst alle Roboter, die wertschöpfende Aufgaben von einem festen Standort aus erledigen.[911]

Transparenz in der Supply Chain: Mit den technologischen Möglichkeiten steigt auch die Anforderung an die Logistik, Transparenz à la Amazon zu liefern. Manche Unternehmen können diese Transparenz schon gewährleisten, bei anderen fand die Harmonisierung von prozess- und unternehmensübergreifenden Schnittstellen noch nicht ausreichend statt. Transparenz ist hierbei jedoch keineswegs nur ein Service für den Empfänger oder Versender. Jeder in der Lieferkette profitiert von mehr Transparenz. Auch den Logistikdienstleistern ist geholfen, wenn beispielsweise Zustand und Standort der Waren oder Ladungsträger sichtbar sind.[912]

Transportation Forecasting: Verkehrsprognose[913]

Tube Systems: Der Trend zu Röhrensystemen konzentriert sich auf höhengetrennte Verkehrsnetze der nächsten Generation, die einen ungehinderten Übergang von einem Ort zum anderen über Röhren oder röhrenähnliche Systeme ermöglichen.[914]

[906] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022), (SCI Verkehr, 2021) und (Sebald, 2018).
[907] (Fraunhofer IIS, 2022).
[908] Vgl. (StartUs Insights, 2022).
[909] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
[910] Vgl. (Gartner, 2021).
[911] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
[912] (BVL, 2020).
[913] Vgl. (Gartner, 2020).
[914] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).

Unmanned Aerial Vehicles: Unbemannte Luftfahrzeuge (UAVs) oder „Drohnen“ können für die Lieferung von Waren auf der ersten und letzten Meile sowie für Intralogistik- und Überwachungsaufgaben eingesetzt werden. Obwohl die UAVs in den letzten Jahren in den Medien populär geworden sind, werden sie den traditionellen bodengebundenen Transport nicht ersetzen. Sie werden jedoch die Zustellung mit Punkt-zu-Punkt- und automatisierten Operationen ergänzen.[915]

Warehouse (WH) Simulation & Modeling: Simulation und Modellierung von Lagern[916]

WH Control Systems: Lagersteuerungssysteme[917]

WH Execution Systems: Systeme zur Lagerverwaltung[918]

WH Labor Forecasting: Lagerarbeitsprognose[919]

WH Picking (Humanoid) Robots: (Humanoide) Lager-Kommissionier-Roboter[920]

WH Resource Planning & Scheduling: Lagerressourcenverwaltung und –disposition[921]

3D Printing: (1) Durch die Möglichkeiten einer größeren Individualisierung, einer geringeren Abfallmenge und einer stärker lokalisierten Fertigung und Lieferung wird der 3D-Druck eine neue Vielfalt an Fertigungsstrategien hervorbringen, wobei viele von ihnen die herkömmliche Fertigung mit 3D-Druckern kombinieren, aber nicht ersetzen werden. Logistikanbieter können komplexe hybride Fertigungsnetzwerke orchestrieren und Netzwerke von 3D-Druckern nutzen, um neue Logistikdienstleistungen anzubieten.[922]

(2) Klassische Produktionsverfahren werden durch neue additive Verfahren ersetzt, die immer schneller eine immer größere Anzahl von Materialien verarbeiten können. Es gibt beinahe täglich neue Praxisbeispiele, die zeigen, wie 3D-Druck Einsatz finden kann, z.B. beim Bau von Metallbrücken, Flugzeugteilen oder Fahrzeug-Chassis. Die Verfahren ermöglichen individuelle Produkte bis hin zur Losgröße eins und spiegeln damit auch eine sich weiter individualisierende Gesellschaft wider. Hier deutet eine gravierend zunehmende Anzahl an Patenten auf ein hohes Innovationspotenzial hin, das Produkte, Prozesse und Geschäftsmodelle verändern wird.[923]

<u>B2: IT</u>

Artificial Intelligence (advanced): (1) Künstliche Intelligenz (KI) findet in der Logistik dank des parallelen Fortschrittes von maschinellem Lernen, Rechenleistung, Big-Data-Analysen und der Akzeptanz durch Branchenführer eine starke Verbreitung. KI kann die Effizienz der Lieferkette mit ihren Vorhersage- und Bilderkennungsfähigkeiten verbessern, indem sie die intelligente Automatisierung von Arbeitsabläufen vorantreibt und neue Kundenerfahrungen ermöglicht.[924]

(2) Der Einsatz von KI greift von Robotik bis zum virtuellen, KI-gestützten Prozess und so lassen sich Lösungen in nahezu allen Bereichen der Logistik anwenden. Selbstfahrende Fahrzeuge und KI-gestützte

[915] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022), (Dohrmann, et al., 2022), (Gartner, 2020) und (SCI Verkehr, 2021).
[916] Vgl. (Gartner, 2020).
[917] Vgl. (Gartner, 2020).
[918] Vgl. (Gartner, 2020).
[919] Vgl. (Gartner, 2020).
[920] Vgl. (Gartner, 2020).
[921] Vgl. (Gartner, 2020).
[922] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022) und (Dohrmann, et al., 2022).
[923] (Fraunhofer IIS, 2022).
[924] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022), (SCI Verkehr, 2021) und (Gartner, 2021).

Tourenplanung revolutionieren die Transportlogistik. Im Bereich der Lagerlogistik können intelligente Greifroboter oder KI-basiertes Slotting eingesetzt werden. Die Produktionslogistik profitiert durch den Einsatz von autonomen Transportrobotern und Modellen der Predictive Maintenance.[925]

(3) KI-Algorithmen in Kombination mit maschinellem Lernen unterstützen Unternehmen dabei, proaktiv auf Nachfrageschwankungen zu reagieren. KI-basierte Prognoselösungen ermöglichen es Managern zum Beispiel, Lieferkettenprozesse zu planen und Wege zur Senkung der Betriebskosten zu finden. Selbstfahrende KI und Smart-Road-Technologien bewirken eine positive Entwicklung hin zur Automatisierung von Lieferdiensten. Darüber hinaus bringt KI-basierte kognitive Automatisierungstechnologie Intelligenz in die Automatisierung von Verwaltungsaufgaben und beschleunigt informationsintensive Vorgänge.[926]

Big Data & Analytics: (1) Die Logistik wird durch die Macht der datengesteuerten Erkenntnisse verändert. Dank des enormen Ausmaßes der digitalen Transformation und des Internets der Dinge können nie dagewesene Datenmengen aus verschiedenen Quellen der Lieferkette erfasst werden. Die Nutzung dieses Wertes bietet ein enormes Potenzial zur Steigerung der betrieblichen Effizienz, zur Verbesserung der Kundenerfahrung, zur Risikominderung und zur Schaffung neuer Geschäftsmodelle.[927]

(2) „Die Datenmenge, die jeden Tag gesammelt wird, nimmt rasant zu. In der Transportlogistik können die gewonnenen Informationen genutzt werden, um aus ihnen Handlungsempfehlungen abzuleiten. Die Potenziale dieser Big-Data-Methoden werden von den Forschern aus Aachen als sehr hoch eingestuft. Ein gutes Beispiel dafür bietet das „Anticipatory Shipping“ von Amazon. Es sieht die frühzeitige Belieferung von Logistikzentren auf Basis von Informationen vor, die durch vergangene Bestellungen gesammelt wurden. Für eine funktionierende Vorhersage bedarf es jedoch nicht nur der Sammlung von Daten, sondern vielmehr auch ihrer Bereinigung, Aufbereitung und Zusammenfassung. Erst nach dieser Umwandlung von rohen Datensätzen zu Smart Data – also harmonisierten, aggregierten Datenmengen – lassen sich Entscheidungen treffen und verlässliche Ergebnisse herleiten. Diese Kausalitätsketten lassen sich auch automatisieren und in selbstlernenden intelligenten Netzwerken verarbeiten.“[928]

(3) Big Data-Analysen liefern verwertbare Erkenntnisse zur Verbesserung der Lagerproduktivität, des Leistungsmanagements und der Nutzung logistischer Ressourcen. Die aus der Überwachung von Position und Wetter gewonnenen Daten helfen zusammen mit den Flottenplänen bei der Optimierung von Routen und Lieferplanung. Die Analyse von Marktdaten unterstützt die weitere Optimierung von Lieferantenpreisen, Lagerbeständen und die Erstellung von Risikomanagementberichten. Darüber hinaus liefern fortschrittliche Analysen Erkenntnisse, die helfen, Anomalien zu erkennen und vorausschauende Wartungslösungen anzubieten.[929]

(4) „Erheben und Weitergeben von großen Datenmengen zur Optimierung von Geschäfts- und Logistikprozessen.“[930]

Bionic Enhancement/ Augmented Wearables: Bionisches Enhancement bezieht sich auf unterstützende Systeme, die am oder im menschlichen Körper getragen werden und die Fähigkeiten des menschlichen Körpers und Geistes erweitern. Moderne Wearables und Exoskelette können Logistikmitarbeiter, insbesondere ältere Arbeitnehmer, in Bereichen wie Schulung, Kommunikation, Prozessausführung und

925 (BVL, 2020).
926 Vgl. (StartUs Insights, 2022).
927 Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022), (SCI Verkehr, 2021) und (BVL, 2020).
928 (Sebald, 2018).
929 Vgl. (StartUs Insights, 2022).
930 (DHL Freight Connections, 2022).

-optimierung unterstützen. Vor allem aber können sie die Gesundheits- und Sicherheitsrisiken in Lieferketten minimieren.[931]

Cloud & APIs: (1) Da Cloud-basierte Serviceanwendungen für den Logistiksektor weiterhin das traditionelle Lieferkettenmanagement stören, bilden Anwendungsprogrammierschnittstellen (APIs) die Grundlage für On-Demand-Logistikdienste (oder LaaS) und Echtzeit-Datenverarbeitung. Dies ermöglicht Spediteuren und Drittanbietern von Logistikdiensten die Integration und Skalierung von Softwarediensten über zentralisierte Cloud-basierte Plattformen, die die bestehenden Lösungen für den elektronischen Datenaustausch (EDI) ersetzen.[932]

(2) Cloud-basierte SaaS-Lösungen für Logistikunternehmen ermöglichen Pay-per-Use-Modelle, die geringe Kapitalinvestitionen erfordern. Dies minimiert das Risiko und die Kosten für die Wartung der IT-Infrastruktur. Cloud-basierte Logistiklösungen beseitigen auch Kommunikationshürden und ermöglichen es Unternehmen, auf sichere Weise zusammenzuarbeiten und Daten auszutauschen. Darüber hinaus ermöglicht die Cloud-Integration die Sammlung von Daten aus Managementsystemen zur Analyse der gesamten Logistikprozesse. Und schließlich bietet die Cloud-integrierte Logistik universelle Zugänglichkeit und ist nicht auf einen physischen Raum beschränkt.[933]

Computer Vision: Der Trend zur Computer Vision nutzt Kameras zur Aufnahme von Fotos oder Videos und wendet Algorithmen der künstlichen Intelligenz (KI) an, um die aus diesen digitalen Bildern extrahierten Daten zu analysieren.[934]

Cyber-physical-systems: Cyber-physische Systeme[935]

Digitalisierung: (1) Objekte werden auf der Grundlage von neuen Technologien, Mobile Computing und Internet of Things smarter und intelligenter. Um diese smarten Objekte herum werden neue datengetriebene Dienstleistungen entwickelt, mit dem Ziel, die Effizienz von Produkten und Prozessen zu steigern. Diese Transformation ist mit grundlegenden Veränderungen der Geschäftsmodelle und Unternehmenskooperationen verbunden. Vor allem in der Logistik besteht hier noch viel Forschungs- und Handlungsbedarf.[936]

(2) „Die Digitalisierung und der digitale Wandel beeinflussen immer stärker unseren Alltag. Die zunehmende Vernetzung und neue Kommunikationstechnologien verändern unsere Gesellschaft. Das Smartphone ist unser ständiger Begleiter und erschafft neue Lebensstile, Verhaltensmuster und Möglichkeiten für persönliche Beziehungen. Auch Unternehmen sollten dies berücksichtigen und ihr Handeln auf eine digitale, vernetzte Welt ausrichten. Leistungs- und Effizienzsteigerungen sind nur durch die umfassende Aufnahme, Verarbeitung und Auswertung aller produktions- und logistikbezogenen Daten möglich. Produktfunktionen werden mit digitalen Services erweitert und als Bundles am Markt angeboten.“[937]

(3) Dieser Megatrend betrifft die T&L-Branche in zweierlei Hinsicht. Erstens bieten sich den Unternehmen erhebliche Möglichkeiten, Big Data und Automatisierung einzusetzen, um die betriebliche Effizienz, Qualität und Kosten zu verbessern. In den letzten Jahren haben die Akteure der T&L-Branche zunehmend IT-Lösungen für die Verfolgung von Sendungen und fortschrittliche Analysen zur Optimierung von Routen und Netzwerken eingesetzt. Außerdem haben sie IT-Systeme

[931] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022) und (SCI Verkehr, 2021).
[932] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022), (Dohrmann, et al., 2022) und (SCI Verkehr, 2021).
[933] Vgl. (StartUs Insights, 2022).
[934] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
[935] Vgl. (SCI Verkehr, 2021).
[936] (Fraunhofer IIS, 2022).
[937] (Schiffer, et al., 2020, S. 13).

implementiert, um papierbasierte Prozesse für die Preisgestaltung, Buchung und Abrechnung zu ersetzen. Zweitens hat die Digitalisierung das Entstehen neuer Geschäftsmodelle ermöglicht. Dabei handelt es sich in erster Linie um Plattformlösungen wie cloudbasierte Transportmanagementsysteme, fortschrittliche Frachtenbörsen und virtuelle Speditionsangebote, die von Transporeon, Flexport, Cargomatic und anderen Unternehmen angeboten werden.[938]

(4) (Digitalisierung der Geschäftsprozesse) Die Logistik lässt sich nicht mit nur einer Lösung digitalisieren, vielmehr greifen die Elemente der digitalen Kette ineinander. Angefangen bei der Datenerhebung – diese wird beispielsweise durch Sensortechnik immer umfangreicher und kostengünstiger. Der Informationsaustausch entlang der Lieferketten wird unter anderem durch Entwicklungen im Cloud-Computing abgebildet. Mit dem Schritt der digitalen Datenanalyse werden Lagerbestände sichtbar und Bedarfsprognosen berechnet. Assistenzsysteme führen unterstützende Berechnungen für Disponenten durch. Im Bereich der autonomen Steuerung wird von selbstfahrenden Lkws aber auch von Robotic Process Automation (RPA) gesprochen. Das Zusammenspiel aller Elemente ergibt schließlich die digitale Transformation.[939]

Edge Computing: Der Trend zum Edge Computing bezieht sich auf die Dezentralisierung der IT-Architektur und bringt die Computerverarbeitung näher an Sensoren und andere Datenquellen – an den Rand eines Netzwerkes – und weg von entfernten Cloud-Servern und Rechenzentren.[940]

Exoskeletons: Der Trend zu Exoskeletten umfasst tragbare Geräte, die die menschlichen körperlichen Fähigkeiten unterstützen oder verbessern sollen.[941]

Extended, Augmented & Virtual Reality: (1) Durch die Verschmelzung von digitaler und physischer Welt kann Augmented Reality (AR) die Qualität und Produktivität in der Logistik steigern und den Mitarbeitern die richtigen Informationen zur richtigen Zeit am richtigen Ort zur Verfügung stellen. Virtual-Reality-Technologie (VR) ermöglicht es Logistikanbietern, Umgebungen in einer digitalen Welt zu entwerfen, zu erleben und zu bewerten, um Materialflüsse und Schulungsprozesse zu optimieren.[942]

(2) Der Trend der Erweiterten Realität (XR), umfasst die verschiedenen Genres der Erlebnistechnologie: Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR) und Mixed Reality (MR).[943]

Immersive Experience in Logistics: Immersive Erfahrung in der Logistik[944]

(Interactive) Artificial Intelligence: (1) Künstliche Intelligenz (KI) findet in der Logistik dank des parallelen Fortschrittes von maschinellem Lernen, Rechenleistung, Big-Data-Analysen und der Akzeptanz durch Branchenführer eine starke Verbreitung. KI kann die Effizienz der Lieferkette mit ihren Vorhersage- und Bilderkennungsfähigkeiten verbessern, indem sie die intelligente Automatisierung von Arbeitsabläufen vorantreibt und neue Kundenerfahrungen ermöglicht.[945]

(2) Der Einsatz von KI greift von Robotik bis zum virtuellen, KI-gestützten Prozess und so lassen sich Lösungen in nahezu allen Bereichen der Logistik anwenden. Selbstfahrende Fahrzeuge und KI-gestützte Tourenplanung revolutionieren die Transportlogistik. Im Bereich der Lagerlogistik können intelligente

938 Vgl. (Farag, Korenkiewicz, & Riedl, 2016).
939 (BVL, 2020).
940 Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
941 Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
942 Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022) und (SCI Verkehr, 2021).
943 Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
944 (Gartner, 2020) und (Gartner, 2021).
945 Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022), (Gartner, 2021) und (SCI Verkehr, 2021).

Greifroboter oder KI-basiertes Slotting eingesetzt werden. Die Produktionslogistik profitiert durch den Einsatz von autonomen Transportrobotern und Modellen der Predictive Maintenance.[946]

(3) KI-Algorithmen in Kombination mit maschinellem Lernen unterstützen Unternehmen dabei, proaktiv auf Nachfrageschwankungen zu reagieren. KI-basierte Prognoselösungen ermöglichen es Managern zum Beispiel, Lieferkettenprozesse zu planen und Wege zur Senkung der Betriebskosten zu finden. Selbstfahrende KI und Smart-Road-Technologien bewirken eine positive Entwicklung hin zur Automatisierung von Lieferdiensten. Darüber hinaus bringt KI-basierte kognitive Automatisierungstechnologie Intelligenz in die Automatisierung von Verwaltungsaufgaben und beschleunigt informationsintensive Vorgänge.[947]

(4) Der Trend zur interaktiven KI umfasst Algorithmen der künstlichen Intelligenz (KI), die menschliche Benutzereingaben, wie Text und Sprache, verarbeiten und eine angemessene Antwort liefern können.[948]

Internet of Things: (1) Das Internet der Dinge (IoT) ist eine Verbindung von physischen Geräten, die Daten über das Internet und ohne menschliches Eingreifen überwachen und übertragen. IoT in der Logistik erhöht die Transparenz in jedem Schritt der Lieferkette und verbessert die Effizienz der Bestandsverwaltung. Die Integration der IoT-Technologie in die Logistik- und Lieferkettenbranche verbessert und ermöglicht Effizienz, Transparenz, Echtzeitsichtbarkeit von Waren, Zustandsüberwachung und Flottenmanagement.[949]

(2) Das Internet der Dinge (IoT) hat das Potenzial, praktisch alles mit allem zu verbinden und die datengesteuerte Logistik zu beschleunigen. Alltagsgegenstände können nun Informationen senden, empfangen, verarbeiten und speichern und so aktiv an selbststeuernden, ereignisgesteuerten Logistikprozessen teilnehmen. Das IoT verspricht weitreichende Vorteile für Logistikanbieter, indem es verwertbare Erkenntnisse liefert, die Veränderungen und neue Lösungen vorantreiben.[950]

Machine Learning: Maschinelles Lernen[951]

Next-Generation Wireless: Über 5G hinaus eröffnen die Fortschritte bei einer Vielzahl von drahtlosen Kommunikationstechnologien der Industrie neue Möglichkeiten zur Verbesserung der Transparenz, zur Steigerung der betrieblichen Effizienz und zur Beschleunigung der Automatisierung. Die Mobilfunktechnologien der nächsten Generation werden die nächste Kommunikationsrevolution ermöglichen, die über das heutige Ziel der Vernetzung aller Menschen hinausgeht und zu einer Welt führt, in der alles und überall verbunden ist.[952]

Quantum Computing: Quantencomputer sind Millionen Mal schneller als Supercomputer und werden eine nie dagewesene Rechenleistung freisetzen, die es ermöglicht, hochkomplexe Logistikalgorithmen in Echtzeit zu verarbeiten und Produkt- und Servicemodelle für eine leistungsfähigere Lieferkette schnell zu simulieren und zu iterieren. Wie die technologischen Durchbrüche vor ihnen werden auch die Quantencomputer neue Chancen und Risiken für die Cybersicherheit mit sich bringen.[953]

Ring Scanner: Vorrichtung zum Scannen am Finger[954]

[946] (BVL, 2020).
[947] Vgl. (StartUs Insights, 2022).
[948] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
[949] Vgl. (StartUs Insights, 2022).
[950] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022) und (SCI Verkehr, 2021).
[951] Vgl. (Gartner, 2021).
[952] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022) und (Dohrmann, et al., 2022).
[953] Vgl. (Toy, Gesing, Ward, Noronha, & Bodenbrenner, 2022) und (Dohrmann, et al., 2022).
[954] Vgl. (Gartner, 2020).

Social Learning Plattforms: Plattformen für soziales Lernen (Lerntheorie und Didaktik)[955]

Wearable Sensors: Der Trend zu Wearable Sensors umfasst Sensoren, die am oder in der Nähe des menschlichen Körpers getragen werden, um Körperbewegungen oder Vitalfunktionen zu erfassen.[956]

Web-Based Logistics Portals: Web-basierte Logistik-Portale[957]

5G for Manufacturing Operations: 5G für Fertigungsbetriebe[958]

[955] Vgl. (Gartner, 2021).
[956] Vgl. (Dohrmann, et al., 2022).
[957] Vgl. (Gartner, 2020).
[958] Vgl. (Gartner, 2020).

8 Anhang

8.1 Dokumentation der Living Labs

8.1.1 Living Lab „Kombinierter Verkehr und City-Logistik“

Datum, Uhrzeit, Ort:

06.05.2021, 14:00-16:00 Uhr, Zoom

Kurzbeschreibung:

Smart Park City Hubs (SPaCiH) sollen untereinander möglichst durch Bahn und Binnenschiff vernetzt und Güter auf der letzten Meile auf nachhaltige Verkehrsträger verlagert werden. Transportbedürfnisse zwischen Unternehmen sollen mittels einer neuen digitalen Plattform ausgetauscht und physisch im SPaCiH umgeschlagen werden. Das Living Lab widmete sich daher u.a. den Fragen, wie kombinierter Verkehr und City-Logistik zusammenpassen und wie daraus ergebende Chancen sich nutzen und Risiken sich vermeiden lassen.

Schlüsselwörter:

Kombinierter Verkehr, City-Logistik, Standardisierung, nahtlos

Teilnehmer:

29 Teilnehmer aus Logistik, Wirtschaft, Städte, Politik, Flächen, Forschung

Zentrale Aussagen:

- Bestehende Kapazitäten (z.B. ist die Schiene bereits stark ausgelastet, teils überlastet) sowie die Vor- und Nachteile der Verkehrsinfrastrukturen müssen berücksichtigt werden.
- Flächenrestriktionen erschweren die Standortsuche von SPaCiHs.
- Stakeholder (u.a. Seereeder) müssen frühzeitig in das Projekt miteinbezogen werden.
- Es sollten bestehende (lokale) Transportsysteme (z.B. Straßenbahn) genutzt werden.
- Es sollten standardisierte Ladungsträger genutzt werden.
- Die Durchgängigkeit des Transports ist ein entscheidendes Kriterium für das SPaCiH-Konzept.
- Schnittstelle zwischen Mikro- und Makrologistik sollte betrachtet und voneinander abgrenzt werden.
- Berücksichtigung/ Beachtung gesetzlicher Vorschriften.

Offene Fragestellung:

- Wie grenzt das Projekt sich von vergangenen Letzte-Meile-/ City-Logistik-Projekten ab? Wo liegen die Verknüpfungspunkte zu solchen Projekten? (Hierarchie-System)
- Wie sieht die Rolle der bestehenden KEP-Dienstleister in SPaCiH aus?

8.1.2 Living Lab „IT-/ Kooperationsplattform“

Datum, Uhrzeit, Ort:

24.06.2021, 09:00-11:00 Uhr, Zoom

Kurzbeschreibung:

Das Living Lab widmete sich der digitalen Komponente eines SPaCiHs, der Kooperationsplattform. Diskutiert wurde, wie die vielfältigen Blickwinkel der Kooperation im SPaCiH-Netzwerk durch informationstechnologische Lösungen unterstützt werden können. Über die SPaCiH-Kooperationsplattform sollen Versender und Logistikdienstleister zukünftig interagieren und sich über

Transportbedürfnisse austauschen können. Dies soll zu einer stärkeren Bündelung von Transporten und logistiknahen Dienstleistungen beitragen, aber auch neue Wertschöpfungsaktivitäten in der Region und für die Region generieren.

Schlüsselwörter:

IKT, Kooperationsplattform

Teilnehmer:

27 Teilnehmer aus Logistik, Digitales, Wirtschaft, Flächen, Forschung

Zentrale Aussagen:

- Erfolg der Kooperationsplattform ist gegeben, wenn Skaleneffekte erzielt werden können.
- Über eine Plattform können zwar Qualitäten (Transportanforderungen) definiert werden. Ob diese auch eingehalten werden, ist allerdings unklar.
- Es sollte ein End-to-end-Ansatz (entlang der kompletten Supply Chain) verfolgt werden.
- Plattform sollte alle Schnittstellen zusammenführen.
- Stammdatenpflege könnte ein großes Problem darstellen.
- Das System bedarf 5G-Technologie, um Echtzeitdaten zu ermöglichen.
- Nutzen von VDI- und GS1-Standards für optimales Schnittstellenmanagement.
- SPaCiH-System sollte Open Source sein.

Offene Fragestellung:

- Wie wird die Plattform umgesetzt? Als eine Art Frachtenbörse oder als eigene Entität?
- Wie adressiert die Plattform den Besitz- bzw. Gefahrenübergang bei einem Transport? Blockchain als Lösung?

8.1.3 Living Lab „Dienstleistungen eines Smart Park City Hubs (Teil 1)“

Datum, Uhrzeit, Ort:

10.09.2021, 9:00-11:00 Uhr, Zoom

Kurzbeschreibung:

Austausch über grundlegende logistische Services und neue wertschöpfende Aktivitäten und Dienstleistungen im Rahmen eines SPaCiHs.

Schlüsselwörter:

Letzte Meile, Umschlag, Bündelung, Sharing, Rhein, Wasserstraße, Emissionsminderung

Teilnehmer:

13 Teilnehmer aus Logistik, Wirtschaft, Forschung

Zentrale Aussagen:

- Letzte Meile kann nicht solitär betrachtet werden – Zusammenspiel im logistischen System (inkl. Infrastruktur) ist nötig.
- Rhein muss als ganze Verkehrsstraße betrachtet werden, inkl. Zeitstrukturen für verschiedene Relationen; Befahrung von Kanälen gestaltet sich aufgrund der Schleusen schwierig, Probleme mit Hoch- und Niedrigwasser.
- Bündelung für verschiedene Empfänger in der Stadt (früher Güterbahnhof, heute Incharge).

- Sharing ist zwar sinnvoll, aber (noch) schwierig umzusetzen. Unternehmen weigern sich Informationen zu teilen, um interne Daten zu schützen. Es sind Umsetzungsprojekte nötig, um den Unternehmen zu zeigen, dass es funktioniert.
- Sharing von Flächen: annähernd gleichwertige Leistungen tauschen, statt aufwendige Administration.
- Bei Nachtlogistik, nicht nur Motoren leiser machen, sondern auch Rolltore, Flurförderzeuge etc.
- Flächenbedarf für logistische Funktionen (insbesondere für den Umschlag von B2C) ist sehr groß, aber Flächen sind begrenzt.
- Haftungsfragen sind vernachlässigbar, müssen aber geklärt werden.
- E-Fahrzeuge sind z.B. für CO2- oder Lärmminderung nötig, aber derzeit kaum verfügbar.
- Einsatz von Straßenbahnen/ Bussen zur Cityversorgung: fehlende Effizienz bei den Be- und Entladevorgängen; fehlende Bereitschaft der Betreiber das Risiko und die Verantwortung zu tragen; mögliche Lösung: eigene Haltestellen, mit nahtlosem Be-/ Entladen (standardisiert/ automatisiert).
- Fehlende Verfügbarkeit (Marktreife, Kosten) von E-Fahrzeugen zur Abwicklung von geräuschloser Nachtlogistik.
- Nutzung von Eh-da-Verkehren zum Gütertransport eher nicht geeignet: Bezahlung, Mehrbelastung und Mehrarbeit über eigenen Job hinaus. Arbeitgeber müssen für die zusätzliche Belastung aufkommen
- Leertransporte vermeiden, indem kaputte Paletten zur Reparatur (steigende Palettenpreise) und Verpackungsmaterial zur Entsorgung oder Wiederverwendung rücktransportiert werden; Transport von Abfall ist aufgrund des Geruchs eher ungeeignet (geruchdichte Behälter wären nötig; aber bei Circular Economy keine Abfälle mehr).

Offene Fragestellung:

- Welche Sharing- und Crowd-Konzepte können (auch branchenübergreifend) umgesetzt werden? Welche Voraussetzungen sind für eine einfache Umsetzung jeweils nötig?
- Wie können begrenzte Logistikflächen effizient eingesetzt werden?
- Wie müssen Haltestellen der Zukunft gestaltet sein (Standardisierung, Automatisierung), sodass ÖPNV für Logistik nutzbar ist?
- Wie können neue E-Fahrzeuge auf den Markt gebracht werden?
- Wie können neben Transportern/ Lkw (durch E-Motor) auch weitere Elemente des logistischen Umschlags (Tore, Flurförderzeuge, …) leiser werden?

8.1.4 Living Lab „Dienstleistungen eines Smart Park City Hubs (Teil 2)“

Datum, Uhrzeit, Ort:

26.10.2021, 11:00-13:00 Uhr, Zoom

Kurzbeschreibung:

Austausch über grundlegende logistische Services und neue wertschöpfende Aktivitäten und Dienstleistungen im Rahmen eines SPaCiHs

Schlüsselwörter:

Services, Dienstleistungen, Sharing, Kooperation, Beratung, Regulation/ Ordnungsrecht

Teilnehmer:

24 Teilnehmer aus Logistik, Wirtschaft, Politik, Flächen, Forschung

Zentrale Aussagen:

- SPaCiH-Funktionen leitet sich von den regionalen Rahmenbedingungen ab (unterschiedliche Fokusse denkbar: B2C, industrielle Versorgung, Landwirtschaft), deshalb sollte die Identifikation der regionalen Strukturen (Niederrhein, Ruhrgebiet, Köln) eine wichtige Aufgabe im Projekt sein.
- Einsatz der Schiene zur City-Versorgung: über Schienenzugang einen Nutzen zu generieren (Vorlauf, Bündelung letzten Meile, Schnittstelle Last-Mile).
- Eine Beratungsstelle in jeder Stadt ist nicht wirtschaftlich; es sollte eher eine Beratungsfunktion für einen städtischen Verbund eingerichtet werden, welche über die SPaCiH-Plattform angeboten wird.
- Aus Sicht der Kommunen und der letzten Meile versuchen, die Häfen sinnvoll zu integrieren.
- Den Unternehmen muss eine Möglichkeit geboten werden, auf verschiedenen Ebenen des SPaCiHs teilnehmen zu können.
- Es sollte nicht nur die Versorgung der Stadt betrachtet werden, sondern auch die Güter, welche die Stadt verlassen.
- Es ist schwierig, die globale Logistik und die Konsumentenversorgung zusammen zu bringen.
- Geräuschlose Nachtlogistik zu forcieren, ist der richtige Ansatz, um die Verkehre zeitlich zu entzerren.
- Das SPaCiH-Konzept allein wir nicht wirtschaftlich sein; Kommunen müssen Rahmenbedingungen schaffen, damit solche Konzepte wirtschaftlich sein können.

Offene Fragestellung:

- Welche Sharing-Ansätze gibt es in der Circular Economy?
- Was ist die konkrete Forschungsrichtung mit der Plattform im Projekt?
- Wie lassen sich Synergien in SPaCiH generieren? Welche Arten von Sektorenkopplung gibt es?
- Wer soll ein solches SPaCiH-Modell betreiben?

8.1.5 Living Lab „Regio Food Hub“

Datum, Uhrzeit, Ort:

21.01.2022, 09:00-11:00 Uhr, Zoom

Kurzbeschreibung:

Das Living Lab widmete sich dem Thema der nachhaltigen Versorgung mit regional produzierten Lebensmitteln. Mit Produzenten, Landwirten, Weiterverarbeitern, Verbrauchern sowie Logistikunternehmen wurden praxisnah neue Möglichkeiten der Zusammenarbeit und Vermarktung diskutiert.

Schlüsselwörter:

Regio Food Hub, Lebensmittel, Verarbeitung, Vermarktung, Automatisierung, Kooperation

Teilnehmer:

33 Teilnehmer aus Logistik, Digitales, Wirtschaft, Städte, Politik, Forschung

Zentrale Aussagen:

- Unternehmen, dass Produkte von Höfen bündelt und an verschiedene Kunden, z.B. Gastronomiebetriebe, liefert, ist interessiert an Weiterverarbeitung (z.B. Schälen und Schneiden der Kartoffel).

- Genussregion Niederrhein und EntwicklungsAgentur Wirtschaft Kreis Wesel fokussieren sich, Strukturen vor dem SPaCiH-Knoten auf- und auszubauen. Es gibt Engpass in Direkt- und Regionalvermarktung; aktuell organisieren Landwirte das selbst; deshalb ist es nötig, große Netzwerke aufzubauen. Ökomodellregion Niederrhein ist ein aktuelles Projekt, um zunächst Landwirte zu vernetzen, die dann gemeinsam in der Lage sein werden, weitere Ideen umsetzen zu können.
- Ein ähnliches Projekt in Brandenburg https://marktgenussbrandenburg.de/ ist gescheitert, da Landwirte Probleme hatten, über das Regio Hub zur richtigen Zeit, in der richtigen Menge und Qualität zu liefern, da andere Aufgaben im Vordergrund standen. Wichtige Themen sind Technologieentwicklung/ Automatisierung (z.B. Kühlung und Kommissionierung) und Verpackung (vgl. Verpackungsverordnung, Meldepflicht für Verpackungen). Ähnliche Projekte sind https://www.q-regio.de/ in Brandenburg und https://www.meinmarktstand.de/ in Oldenburg und Bremen.
- In der Region Mönchengladbach wird derzeit eine Projektidee zur Direktvermarktung von regionalen Produkten entwickelt. Aktuelle Beispiele sind sehr kleinteilig, daher ist der SPaCiH-Food-Hub-Ansatz, insbesondere der Zentralisierungsansatz mit den Added Services, sehr interessant.
- Eine Bio-Bäckerei im Kreis Kleve steht im Bereich Food vor Herausforderungen hinsichtlich Qualität, Einhaltung der Zeiten und Verpackungsfragen durch Landwirte.
- In NRW gibt es fünf Öko-Modellregionen, darunter eine für am Niederrhein, mit dem Ziel, Ökolandbau bis 2030 auf 20 % zu steigern. Fokus liegt dabei auf der verstärkten und erweiterten Vernetzung von Verarbeitungs- und Vermarktungsmöglichkeiten auf regionaler Ebene, etwa im Lebensmittelhandwerk, im Handel, in der Gastronomie oder in öffentlichen Kantinen. Hier spielen auch logistische Aktivitäten eine große Rolle.
- Bei der Planung eines SPaCiH-Food-Hubs müssen Landwirte/ Erzeuger von Beginn an integriert werden und diese müssen sich auch aktiv beteiligen
- Ebenso ist zu betrachten, wie diese bisher ihre Logistik organisieren, z.B. Lieferung an Genossenschaften. Es ist zu betrachten, wo welche Stufen eines SPaCiH-Food-Netzwerkes sinnvoll sind, z.B. Erzeugung, Hofladen, Weiterverarbeitung (z.B. waschen, schälen), Veredelung (z.B. Rucola zu Pesto oder Früchte zu Marmelade), sodass Akteure sich auf bestimmte Themen konzentrieren oder mehrere Standbeine haben können.
- Kosten in der Landwirtschaft explodieren; viele Betriebe hören auf, da der Preis für das Grundprodukt nicht passt; oft können nur große Betriebe sich im Wettbewerb behaupten. Daher ist zu klären, welche Größenordnungen adressiert werden. Z.B. agiert Food Park Venlo mit sehr großen Mengen.
- Die Verarbeitung sollte nahe am Erzeuger angesiedelt werden, die Menge ist entscheidend und man muss sich anschauen, was man überhaupt über regionale Vertriebsmöglichkeiten (z.B. Wochenmärkte) verkaufen kann. Verschiedene Vertriebswege sind zu beachten.
- Der Preis ist der limitierende Faktor. Kann über das Konzept eine Wertschöpfung generiert werden, die im Gleichklang mit der Kostensteigerung steht. Und ist der Kunde bereit Mehrkosten zu zahlen?
- Einigen Kunden sind Bio-Produkte einen Mehrpreis wert, andere können sich diesen nicht leisten, auch wenn sie wollten. Preissteigerung für gute Produkte spielt keine Rolle: wenn man qualitative Vorteile hat, dann sind diese auch verkaufbar.
- Zahl der Landwirte, die Hofläden aufmachen, steigt (Teil des Strukturwandels, mehr Ökolandbau), deshalb gibt es auch mehr Bedarf für Regionalvermarktung.
- Ein SPaCiH-Food-Hub-Konzept sollte die Herausforderungen der Landwirtschaft adressieren und somit den Markt neu bestimmen

- Von Anfang an sollten in dem Netzwerk Regeln zum fairen, nachhaltigen Handeln festgelegt werden: frisches Gemüse bleibt saisonal, Fokus auf „aus der Region für die Region“; Produktions- und Absatzgebiet ist NRW.
- Die Genussregion Niederrhein e.V. sollte mehr als ein Verein sein; Ziel war und ist, möglichst viele Mitglieder zu haben, anstatt potenzielle Mitglieder auszuschließen. Bei einer Genossenschaft wäre der Rahmen deutlich enger; überzeugende Teilnahme in der Genussregion ist vorteilhafter als eine Form von Genossenschaft, Zuliefergesellschaft oder GmbH.
- Als Beispiel für ein SPaCiH-Food-Hub kann der Fresh Park Venlo dienen. Er ist eine Drehscheibe für die Agrar- und Ernährungswirtschaft. Historie: vom Gewächshaus zum vertikalen Anbau; Immobilienentwicklung; vom Pferdewagen zum Lkw. 25 % sind globale Produkte, insbesondere in der Wintersaison kommt das Gemüse aus Spanien oder Nordafrika. Der Fresh Park Venlo erreicht in den drei Gebieten Niederlande, Belgien und NRW ca. 40 Mio. Einwohner. Das Unternehmen ist entlang der gesamten Wertschöpfungskette angesiedelt. Zum Geschäftsmodell gehören der Direktvertrieb und Dienstleistungen wie Verpacken und Verarbeiten. Der Fresh Park Venlo kooperiert mit dem benachbarten Greenport Venlo (GPV): https://www.brightlands.com/en/brightlands-campus-greenport-venlo.

Offene Fragestellung:

- Was möchte/ kann man über solch einen Food-Hub abwickeln? Landwirtschaftliche Planung erfolgt mit deutlichem Vorlauf, deshalb müssen Mengen, Zielorte und Anbauarten abgesprochen werden.
- Wie kann die Verkettung stattfinden und wie kann das betriebswirtschaftlich funktionieren? Ansätze gibt es teilweise: z.B. Biogroßhandel Weiling, Naturkost-Händler. Verarbeitung fehlt noch: z.B. waschen, schälen.
- Wo müssen Produkte platziert werden, dass sie auch verkauft werden und die Erzeuger wirtschaftlich arbeiten können?
- Weshalb sind andere ähnliche Initiativen gescheitert (bad/ worst case)? Dies ist konzeptionell aufzuarbeiten, um die gleichen Fehler nicht zu wiederholen.
- Wie können unverpackte Lebensmittel (auch Fleisch) integriert werden?
- Wie kann verhindert werden, dass das SPaCiH-Konzept am Ende wieder dazu führt, dass Produkte durch jene, die in den Stufen nach den Landwirten angesiedelt sind, aussortiert werden (wie es z.B. die Verarbeiter Hessing oder Tacken machen).

8.1.6 Living Lab „City-Logistik für Lebensmittel“

Datum, Uhrzeit, Ort:

17.02.2022, 10:00-12:10 Uhr, Zoom

Kurzbeschreibung:

Im Rahmen des Living Labs wurden Beispiele und Anforderungen für die Auslieferung von Lebensmittel diskutiert. Wie werden Lebensmittel aktuell in der Stadt verteilt? Welche Herausforderungen gibt es dabei? Wie kann die Distribution aussehen, wenn ein SPaCiH für Lebensmittel genutzt wird?

Schlüsselwörter:

City-Logistik, Lebensmittel, Lieferdienste, Feinverteilung, Gemüsekiste, Standardisierung

Teilnehmer:

26 Teilnehmer aus Logistik, Digitales, Wirtschaft, Forschung

Zentrale Aussagen:

- City-Logistik für Lebensmittel lässt sich in sechs Bereiche unterscheiden
  - Lebensmittelbelieferung für Einzelhandel und Gastronomie: Markt ist etabliert; es gibt größere Flotten, welche Standorte direkt beliefern, jeweils eine bis mehrere Paletten bis hin zu ganzen Sattelzügen bei größeren Märkten. SPaCiH-Relevanz: Bündelungsmöglichkeit.
  - Sofort-Lieferung: insbesondere für Lebensmittel; sofort heißt hier bis zu 10-15 Minuten; mittlerweile auch Non-Food-Artikel, sodass Umsatz pro Kunde und somit Profitabilität steigen; extremer Kapitaleinsatz, Investoren geht es nicht um die eigentliche Lösung (hier Versorgung), sondern um Wertsteigerung; oftmals sind Fahrer keine Angestellten, sondern Crowd-Worker mit schlechten Arbeitsbedingungen; Flächenverbrauch/ Konflikte mit Anwohnern; die großen Unternehmen in diesem Bereich agieren meist autark, haben wenig Kontakt nach außen; SPaCiH-Relevanz: Bündelung kaum möglich, da Fahrer 2-3 Touren pro Stunde schafft, evtl. beim Warenkorb.
  - Regionale Lieferungen: nicht Stichfahrten von nahgelegenen Depots (wie bei Sofort-Lieferung), sondern Touren; insbesondere für Getränkekisten, Gemüsekisten; hierunter fallen auch Rewe und Picnic (EDEKA), es gibt immer neue Flotten, die aber jeweils für sich optimiert sind; Flaschenpost, Rewe, Picnic sind auch relativ autark unterwegs; Netzwerk grüne Stadtlogistik in Berlin und Brandenburg https://www.grünestadtlogistik.de/ demokratisch organisiert, erhebliche Bündelungsmöglichkeiten, noch ganz am Anfang, Tourenoptimierung, die sich auch im Laufe des Tages noch ändern kann; SPaCiH-Relevanz: viel Bündelung möglich, wenn Unternehmen kooperieren (Grüne Stadtlogistik), sonst (Rewe, Picnic) eher gering.
  - B2C-Essenslieferung: ebenfalls extremer Kapitalbedarf und Problem mit Arbeitsbedingungen (wie bei Sofort-Lieferung), Bündelung kaum möglich, Essen darf nicht kalt werden; SPaCiH-Bedarf: eher gering.
  - Kochkisten: z.B. Liefery wurde von Hermes aufgekauft; Kochkisten, kleine Elektrogeräte, wurde eingestellt; Shops bauen eigene Netzwerke mit eigenen Hubs und Flotten oder Flotten, die exklusiv für sie betrieben werden; Kochkiste ähnlich wie Gemüsekiste, allerdings Kochkiste bis zu täglich, Gemüsekiste 1-2 mal pro Woche; SPaCiH-Relevanz: sehr hoch.
  - Versandhandel für Privatverbraucher, z.B. „kauf ne Kuh“ https://www.grutto.com/; z.T. als Crowd-Lösung, d.h. erst wenn genügend Bestellungen vorliegen, wird geschlachtet; über normalen Paketversand; allerdings ist bei Fisch und Fleisch Paktversand nicht optimal; SPaCiH-Relevanz: hoch, da Anzahl Versender relativ begrenzt.
- „Grüne Stadtlogistik“-Plattform (s.o.) ermöglicht Kontakt zwischen Versendern und Carriern (Lastenradlogistikern). Mehrere Versender liefern an ein Microhub, Carrier liefern Waren von verschiedenen Versendern in einer Tour gebündelt in bestimmten Gebieten (hier nach PLZ) aus, aktuell noch unterschiedliche Formate der Ladungsträger (Kisten), Standardisierung nötig; manche Carrier arbeiten bisher noch mit Papierlisten.
- Viele Unternehmen sind regional, wollen sich vernetzen und neue Möglichkeiten finden. Z.B. Rheinische Post und Qtrado (in Leverkusen 300 Touren/Tag). Hauptfrage dabei: Wer generiert Wertschöpfung, wer gibt Ton an? Mehrere Teilnehmer müssen gleichberechtigt sein, es darf keiner bevorzugt werden. Wettbewerb ist da und gewollt; dies funktioniert aber nicht mit großen (ausländischen) Unternehmen, die Konkurrenz verdrängen wollen. SPaCiH kann diese interessierten lokalen/ regionalen Unternehmen zusammenbringen.

- Touren werden zunehmen automatisiert geplant; neue Daten fließen in Echtzeit in die Touren ein; Fahrer erhält nötige Daten per push oder pull. Wichtig: Grundbedingungen für Datenaustausch müssen geschaffen werden.
- Vorteile für SPaCiH liegt in Bündelung, auch unterschiedliche Warengruppen (z.B. regional produzierte Lebensmittel, ergänzt mit Lebensmitteln aus Fabriken oder anderen Regionen und auch Non-Food-Artikeln) für die Belieferung von Haushalten.
- Logistiker auf letzter Meile braucht bestimmte Kompetenz oder muss diese entwickeln, z.B. temperaturgeführte Transporte.
- Angebote müssen allen Partnern angeboten werden; Partner, der Sachen fahren kann, kann Auftrag haben und führt/fährt ihn aus; System und Software muss sehr einfach sein (plug & play); neu aufzunehmender Partner/ Dienstleister muss Schnittstellen haben; relevant sind Parameter der letzten Meile (z.B. großes Fahrzeug für große Lieferung).
- Online-Hofladen für Bio-Lebensmittel, ähnlich wie Biokiste, aber auch weitere Produkte, wie Bananen, um Kunden vielfältiges Angebot zu bieten. Neben bio, regional, sofern möglich; Auslieferung mit E-Fahrzeugen. Weiterer Fokus: Angebot speziell für Familien, Tageseltern, Kitas. Austausch mit Erzeugern, um Kundenwünsche in Anbauplanung einfließen zu lassen. Nur Bestellung von Bedarfen, um Abfall/ verdorbene Lebensmittel zu vermeiden.
- Bio-Lebensmittel-Lieferanten sehen sich als Konkurrenz, die das Geschäft belebt, den Markt zu Lasten konventioneller Anbieter/ Produkte vergrößert.
- Fahrpersonal nicht nur für Fahrt und Handling zu schulen, sondern auch für Kontakt zu Kunden und Produktsortiment. Teils Fahrer seit Jahren für gleiche Tour und mit Kunden bekannt.
- Einsatz von Lastenrad, insbesondere in bereits etablierten und dichten Liefergebieten, möglich. Lastenrad kann auch Marketinginstrument sein, wenngleich Label kleiner, da Lastenrad mehr auffällt als Transporter.
- Kombination von Bio-Lebensmitteln mit konventionellen Lebensmitteln kann schwierig sein; Kombination Bio-Lebensmittel aber möglich mit anderen nachhaltigen Produkten (z.B. Büroartikeln)

Offene Fragestellung:

- Wie lassen sich unterschiedliche Geschäftsmodelle kombinieren?
- Wie lässt sich die Logistik von konkurrierenden Unternehmen kombinieren?
- Wie lassen sich dezentrale Depots/ Abholstationen (keine Neubauten oder Anmietungen, sondern vorhandene Orte, z.B. Arbeitgeber, Cafés, Kitas, Tageseltern) integrieren (vgl. Mikrodepots), um wirtschaftlicher zu werden und Fahrtwege zu reduzieren?
- Wie lässt sich die Nutzung von Lastenrädern auf der letzten Meile in die Prozesse integrieren (aktuell Fahrrad so teuer, wie Lieferwagen; Fahrrad 15 Kunden, Lieferwagen 80 Kunden)? Lösung über Kooperation im Netzwerk, standardisierte Prozesse und Behälter? Kombination mit Transportern? Austausch mit bestehenden, wirtschaftlich operierenden Fahrradlogistikern in anderen Regionen?
- Wie lässt sich Kooperation im Netzwerk entweder per White Label realisieren oder wie können alle Partner gleichermaßen repräsentiert werden?
- Wie lassen sich standardisierte Verpackungen und Verpackungsprozesse gestalten, um sowohl hygienische Standards einzuhalten als auch wirtschaftlich zu operieren, z.B. Boxen mit unterschiedlichen Fächern?
- Wie lassen sich Hubs/ Netzwerke realisieren für Produkte mit unterschiedlichen Zeiten, z.B. Backwaren, Molkereiprodukte, Gemüse?

- Wie lässt sich Thema saisonale, regionale Bio-Lebensmittel-Erzeugung und -Logistik inkl. Kostenstrukturen vermitteln, um höhere Akzeptanz/ Zahlungsbereitschaft zu erzielen? Via Kitas, Ernährungsräte, …
- Wie lässt sich Thema nachhaltige Logistik (z.B. Bündelung, langsam) vermitteln, während Konzerne oder geförderte Start-ups sehr schnelle Einzellieferungen anbieten?
- Welche Geschäftsmodelle/ Start-ups gibt es bereits oder können entwickelt werden, die einzelne Prozesse abdecken (z.B. Verpackung, Ladungsträger, Pfad, Altglas, Altpapier)?
- Günstige E-Fahrzeuge für Kühllogistik nicht verfügbar bzw. Reichweite nur 80 km.

8.1.7 Living Lab „Eco Store – Kühl-/ Frischelogistik für Lebensmittel“

Datum, Uhrzeit, Ort:

24.03.2022, 10:00-11:30 Uhr, Zoom

Kurzbeschreibung:

Im Rahmen des Living Labs wurden Beispiele und Anforderungen für Frischelogistik diskutiert. Wie werden Lebensmittel gekühlt? Welche Herausforderungen gibt es dabei? Können vorhandenen Kühlkapazitäten an bestehenden dezentralen Orten (bei Landwirten, Händlern oder Logistikdienstleistern) oder in einem zentralen SPaCiH-Regio-Food-Hub über einen Online-Marktplatz (vgl. mit Frachtenbörse) angeboten werden? Unter welchen Umständen macht das Sinn, was ist dabei zu beachten?

Schlüsselwörter:

Frischelogistik, Kühllogistik, Lebensmittel, Börse, Sammelverkehre/ Bündelung

Teilnehmer:

20 Teilnehmer aus Logistik, Wirtschaft, Flächen, Forschung

Zentrale Aussagen:

- 2025 kann DeltaPort solch ein Konzept in die Praxis überführen; Nordfrost baut aktuell in Wesel große Kühllager mit eigenem Container-Terminal
- Fehlende Bereitschaft/ Möglichkeit der Bauern ihre Kühlkapazitäten zu teilen; brauchen freie Kapazitäten selbst, da Ernteerträge nicht genau kalkulierbar sind und enge Erntezeitfenster bestehen
- Fehlende Bereitschaft der großen Player der Kühllogistik an so einem Konzept zu partizipieren
- Die Auslastung der Kühllogistiker ist sehr hoch; freie Kapazitäten ergeben sich aus den verschiedenen Temperaturbereichen in einem Lager; es gibt kaum Kapazitäten saisonale Peaks aufzunehmen
- Kombinierte Kühlung von verschiedenen Produkten begrenzt aufgrund verschiedener Temperaturanforderungen und Rechtsvorschriften sowie der Möglichkeit von Kontaminierungen
- Chance in SPaCiH liegt in der Berücksichtigung des B2C-Segments (Partizipation der bestehenden Player durch wachsende Märkte) sowie der Bereitstellung eines nachhaltigen Konzeptes

Offene Fragestellung:

- Welche Produkte können zusammen gelagert werden (Produktanforderungen, Rechts- und Hygienevorschriften)?

8.1.8 Living Lab „Kreislaufwirtschaft“

Datum, Uhrzeit, Ort:

06.04.2022, 15:00-17:00 Uhr, Zoom

Kurzbeschreibung:

Im Rahmen des Living Labs „Kreislaufwirtschaft“ starten wir mit einem Input von Umweltberaterin Gabi Schock zum EU-Aktionsplan Kreislaufwirtschaft und zu regionalen Netzwerken in NRW. Gemeinsam mit diskutieren wir im Anschluss, wie ein neues Handeln mit neuen Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodellen am Niederrhein und in NRW gelingen kann.

Schlüsselwörter:

Kreislaufwirtschaft/ Circular Economy, EU-Masterplan, Regionalität/ regionale Stoffströme, Industriesymbiose

Teilnehmer:

23 Teilnehmer aus Logistik, Wirtschaft, Städte, Politik, Flächen, Forschung

Zentrale Aussagen:

- Kreislaufwirtschaft hat in Deutschland noch keinen hohen Stellenwert. Kreislaufwirtschaft ist eher Teil der Abfallwirtschaft und hat somit eine andere Bedeutung.
- In 2050 soll Europa abfallfrei sein, das Konsumverhalten spielt hier eine zentrale Rolle.
- Kreislaufwirtschaft schafft mehr Arbeitsplätze als verloren gehen.
- Nachhaltige Industrieparks, Industriesymbiose, wie in Chemieparks schon üblich. Es bedarf einer Ausweitung auf neue/ bestehende Parks.
- Kreislaufwirtschaft lässt sich mit dem SPaCiH-Ansatz verbinden: Beratung von Unternehmen, Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsketten.
- Regionalität ist bei zirkulärer Wirtschaft von zentraler Bedeutung.
- Kreislaufwirtschaft im Hafen bisher kein großes Thema, aber z.T. werden Materialien der Kreislaufwirtschaft über den Hafen abgefertigt; Einsatz von Anlagen zur Sortierung von kreislauffähigen Stoffen denkbar. Aktuell müssen sich ansiedelnde Unternehmen zu Klimaschutz verpflichten, künftig könnte auch CE hinzukommen.
- Die Umsetzung von Kreislaufwirtschaft bedarf nicht nur veränderter Materialien und Produktgestaltung, sondern auch neuer Logistikkonzepte, wie regionaler SPaCiH-Netzwerke. Beide Ansätze ergänzen sich somit.

Offene Fragestellung:

- Welche Relevanz/ Implikationen hat Kreislaufwirtschaft auf die Logistik?
- Wie kann der durch zirkuläre Wirtschaft entstehende Mehrwert/ Gewinn fair auf die Akteure aufgeteilt werden?

8.1.9 Living Lab „3D-Druck für eine dezentrale, agile Produktion“

Datum, Uhrzeit, Ort:

31.05.2022, 10:00-12:00 Uhr, Zoom

Kurzbeschreibung:

Das Living Lab beschäftigte sich mit den Fragen, was 3D-Druck bzw. Additive Fertigung (AF) ist, in welchen Anwendungen AF sinnvoll ist und welche Auswirkungen AF auf Produktions- und Logistiknetze hat.

Schlüsselwörter:

3D-Druck, Additive Fertigung, Wirtschaftlichkeit, Stückkosten, Ersatzteile, dezentrale Fertigung, 3D-Druck-Zentrum

Teilnehmer:

15 Teilnehmer aus Logistik, Wirtschaft, Städte, Politik, Flächen, Forschung

Zentrale Aussagen:

- Additive Fertigung (AF) wird nicht zu einer großen Revolution oder Disruption führen, also konventionelle Fertigungsverfahren ablösen, sondern diese ergänzen; es sind viele Nischenanwendungen denkbar.
- AF ist eine relativ junge Verfahrensgruppe – erste Entwicklungen vor ca. 40 Jahren, aber erst seit wenigen Jahren gibt es Anwendungen in industrieller Fertigung, aktuell auch Serienfertigung. Seit ca. 2010 steigt die Zahl der Patente im Bereich AF stark an. Entsprechend werden derzeit Standardisierungen diskutiert und verabschiedet.
- Auch neue AF-Verfahren werden noch entwickelt, z.B. Wire-Arc-AM mit großen Vorteilen für die Wirtschaftlichkeit.
- Je komplexer und individueller die Bauteile, desto besser eignet sich AF, im Vergleich zu konventioneller Fertigung. Vorteile für AF können auch in Gewichtsreduktion liegen. Branchen, die AF bereits einsetzen: Medizintechnik, Öl & Gas, Luft- und Raumfahrt, Automobilindustrie.
- Vorteile für AF auch im Bereich Ersatzteile, da durch lokale/ regionale bedarfsgerechte Produktion weite Transport, lange Lagerhaltung, Abhängigkeiten in der Lieferkette und somit Emissionen und Kosten reduziert werden; s. z.B. Digital Spare Parts-Konferenzen https://dspworld-europe.com/.
- Neue Geschäftsmodelle und Arbeitsplätze entstehen neben der AF selbst auch im Bereich der Data Supply Chain, insbesondere Re-Design von Produkten, die bisher konventionell gefertigt werden; s. z.B. https://www.3yourmind.com/.
- Weiteres Anwendungsfeld ist Individualisierung vor Ort bzw. am Ende der Fertigung durch AF, während zentral bzw. Beginn bis kurz vor Ende konventionell gefertigt wird. Außerdem gibt es auch konventionell gefertigte Halbzeuge, die dann mit AF-Verfahren weiterbearbeitet werden; z.B. zerspante Träger und 3D-gefertigte Zangen für Medizintechnik mit Laser-Powder-Bed-Fusion, quasi Micro-Schweißverfahren.
- Beim Vergleich zwischen konventioneller Fertigung und AF in Bezug auf Bauteileigenschaften gibt es für AF z.T. schlechtere Werte (bei Ermüdungseigenschaften oder Verformungsfähigkeit), z.T. aber auch bessere Werte. Der entscheidende Faktor ist derzeit allerdings die Wirtschaftlichkeit.
- Große Unternehmen, wie Deutsche Bahn, Siemens, Daimler, prüfen systematisch alle Bauteile und Ersatzteile auf Potenzial für AF. U.a. DB hat auch eigenes Zertifizierungsprogramm für dezentrale Produktionsstätten und Lieferanten, um AF zu qualifizieren.
- Potenzial ist vermutlich sehr groß, da Schlüsselakteure sich derzeit noch auf Entwicklung der Verfahren konzentrieren und sehr viele Unternehmen sich noch gar nicht mit AF beschäftigen. Stückkosten sind noch relativ hoch, da Technologie noch relativ jung und Stückzahlen niedrig;

Stückkosten werden durch Hochlauf von AF mit der Zeit deutlich sinken. AF wird aber nicht Fertigung von Massengütern und von Produkten mit sehr effizienten Fertigungsverfahren ersetzen.

- Derzeit laufen Vorbereitungen, im Duisburger Hafen das „Duisburg Decentral Digital Additive Manufacturing Center – D³AM“ aufzubauen, um Unternehmen die Möglichkeit zu bieten, sich mit AF vertraut zu machen und Anwendungsfälle zu erproben. Anlageninfrastruktur und Betreuung durch Personal wird zur Verfügung gestellt. Ziel ist, AF in die Breite zu tragen und neue Anwendungsfälle und Geschäftsmodelle zu identifizieren. Unternehmen sind z.T. aber auch zurückhaltend in Bezug auf Veröffentlichung von Anwendungsfällen, um Wettbewerbsvorteile ausnutzen zu können.
- AF-Hubs könnten sich auf bestimmte Technologie-Cluster fokussieren, z.B. Abdeckungen/Griffe u.ä. aus Kunststoffen; oder Bauteile aus Metall mit hohen Anforderungen an Sicherheit.
- Der Radius, den ein AF-Hub abdecken kann, ist abhängig von der Dichte der Nachfrage. D.h. in dichtbesiedelten Regionen mit Gewerbe und Industrie kleinerer Radius als im ländlichen Raum.
- Beschreibung, an welchen Stellen der AF-Prozesskette welche juristischen Aspekte zu bedenken sind, in VDI-Richtlinie https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-3405-blatt-51-additive-fertigungsverfahren-rechtliche-aspekte-der-prozesskette. Darüber hinaus gelten aber z.B. für IP-Schutz die gleichen Rechte, wie bei konventioneller Fertigung. Allerdings ist Nachbau nicht trivial, wenn nicht nur Form, sondern auch Bauteileigenschaften berücksichtigt werden.
- An der TU Bergakademie Freiberg wird erforscht, welche biogenen Abfälle sich eignen, um diese als Ausgangsmaterial für AF zu verwenden (z.B. können Pfirsichkerne zu einem Biokunststoff verarbeitet werden, mit dem mittels AF bauteilspezifische Schaumstoffverpackungen für den sicheren Transport gefertigt werden)
- Neben der weiteren Erforschung und Entwicklung der AF-Verfahren besteht derzeit Bedarf, Aus- und Weiterbildungskonzepte für AF zu entwickeln und umzusetzen.

Offene Fragestellung:

- Wie (un)nachhaltig ist AF? Hierzu sind Energie- und Stoffströme für bestimmte Anwendungsfälle im Vergleich zwischen konventioneller und additiver Fertigung zu analysieren und zu bewerten.
- Welche (regional verfügbaren) Ressourcen lassen sich für AF verwenden?

8.2 Veranstaltungen

Innerhalb der Projektlaufzeit von SPaCiH wurden sowohl eigene Workshops und Veranstaltungen ausgerichtet als auch externe Veranstaltungen besucht. Im Folgenden sind diese einzeln aufgeführt:

Kategorie	Datum	Titel
Workshop (5-10 TN)	09. & 16.02.2020	HEUREMO, Vorstellung der Software und Wege/ Möglichkeiten zur Beschaffung von Transportdaten & Datenbedarf für die Software; 7 bzw. 5 TN
	19.03.2021	Apcoa & Park-your-Truck, Einbindung von Parkhäusern in SPaCiH.Netz; 8 TN
	29.04.2021	DB cargo, Kai Maaß, WS „Überschneidungen DB und SPaCiH“; 9 TN
	27.08.2021	WS zur „Binnenschifffahrt im Hafen“, DST (Cyril Alias), iWALD, DeConTrans; 6 TN
	26.11.2021	WS zu „Transformation des Hafens Rheinberg-Orsoy vom Kohleumschlagplatz zum Wasserstoffstandort“; 8 TN
	30.11.2021	Hackenfort: „Wie können Container im Hafen gelöscht werden (Containereinsatz)“; 6 TN
Innovationsevents (15-30 TN) Pilotstandort 1	18.02.2021	KickOff Innovation-Labs; 19 TN
	29.04.2021	DB-Cargo: Schnittstelle Bahn/ City
	20.10.2021	„GH Containereinsatz in Binnenschifffahrt“, Hackenfort, Bagelink GmbH (Götze-Rohen)
	31.05.2022	KR Hafen Gesellschaft Krefeld Workshop „Hafen und City-Versorgung“; 16 TN
Innovationsevents (15-30 TN) Pilotstandort 2	18.02.2021	KickOff Innovation-Labs; 19 TN
	25.05.2022	Zoom: SPaCiH-Konzept für Wesel; Contargo, Rhenus, DeltaPort; 9 TN
	12.09.2022	Campus Duisburg, „Urban Logistics Solutions“; 21 TN
	11.10.2022	Zoom; Innovation LAB III Häfen Wesel; DeltaPort; 11 TN
Living-Labs Pilotstandort 1 & 2	06.05.2021	Online (Zoom); „KV & City Logistik“; 27 TN
	24.06.2021	Online (Zoom); „IT-/ Kooperationsplattform“; 27 TN
	10.09.2021	Online (Zoom); „Dienstleistungen eines SPaCiHs“; 13 TN
	26.10.2021	Online (Zoom); „Dienstleistungen eines SPaCiHs, Fortsetzung“; 24 TN
	21.01.2022	Online (Zoom); „Regio Food Hub“; 33 TN
	17.02.2022	Online (Zoom); „City-Logistik Food“; 19 TN
	24.03.2022	Online (Zoom); „Kühllogistik“; 20 TN
	06.04.2022	Online (Zoom); „Kreislaufwirtschaft“; 23 TN
	31.05.2022	Online (Zoom); „Lokale Produktion (3D-Druck) und Umschlag“; 16 TN
Schwerpunktveranstaltung (50 TN) HSNR (Forum)	18.11.2021	1. SPaCiH Forum „Smarte Logistik für Morgen“; 41 TN
Schwerpunktveranstaltung (50 TN) RUB (Forum)	28.04.2022	2. SPaCiH Forum „Zirkularität in Nachhaltigen Wertschöpfungsketten – Potenziale von SPaCiH`s; 35 TN
Schwerpunktveranstaltung (50 TN) UDE (Forum)	24.02.2023	3. SPaCiH Forum „Resilienz in der Logistik“; 35 TN
Abschlussveranstaltung	09.03.2023	Abschlussveranstaltung online, 43 TN
Externe Veranstaltungen	28.09.2021	„Auf neuen Energiewegen. Wirtschaftliche Potenziale von Grünem Wasserstoff im Niedersachsenpark“; aktive Teilnahme vor Ort, Vernetzung, Diskussion
	25.11.2021	„SmartCity-Summit.Niederrhein, Mönchengladbach“; aktive Teilnahme vor Ort mit Stand-Präsentation (Roll-Up)
	28.03.2022	„JRF vor Ort: Urbane Versorgung über die Wasserstraße; DST-Tagung“; aktive Teilnahme vor Ort mit Vortrag über SPaCiH und Häfen
	23.06.2022	„Wissenschaftsforum Mobilität“ Duisburg; Einreichung Paper „Smart Park City Hubs - Das City- und Regio-Logistik-Netzwerk der Zukunft“ im Tagungsband des 14. Wissenschaftsforum Mobilität 2022 „Towards the New Normal in Mobility“ der Univ. Duisburg-Essen; aktive Teilnahme mit Vortrag
	13.-15.09.2022	Zukunftskongress Logistik „Dortmunder Gespräche“; passive Teilnahme
	19.-21.10.2022	„Dt. Logistik Kongress der BVL“, Berlin; passive Teilnahme
	25.10.2022	Blauhaustalk GEMIT/ HSNR; aktive Teilnahme vor Ort mit Stand-Präsentation (Roll-Up)

Kategorie	Datum	Titel
	24.11.2022	Stadt Krefeld, Ausschuss für Umwelt, Klima, Nachhaltigkeit und Landwirtschaft; Impuls zur Circular Economy mit SPaCiH-Beispiel
	24.11.2022	„Innenstadtdialog Stadtverkehr und Citylogistik“, Recklinghausen; passive Teilnahme
	16.12.2022	„Mobilitätstag.NRW“; aktive Teilnahme an Podiums-Diskussion
	10.05.2023	*Geplant: Logistik Messe „Transport Logistik“, München; aktive Teilnahme mit Vortrag über SPaCiH und Häfen*

Tabelle 8-1: Auflistung Workshops und Veranstaltungen SPaCiH

8.3 Publikationen

Innerhalb des Projektes SPaCiH (Smart Park City Hubs und virtuelle Infrastruktur) wurden folgende Publikationen und redaktionelle Beiträge erzielt:

Kategorie	Datum	Titel
Wissenschaft-liche Publikation	03/2022	Beckmann, H.: SPaCiH – Smarte Logistik der Zukunft; Tagungspaper JRF vor Ort: Urbane Versorgung über die Wasserstraße. Moderne Konzepte zur Stärkung der Binnenschifffahrt im städtischen und regionalen Einsatz; März 2022
	06/2022	Beckmann, H.; Ries, R.: Smart Park City Hubs - Das City- und Regio-Logistik-Netzwerk der Zukunft im Tagungsband des 14. Wissenschaftsforum Mobilität 2022 „Towards the New Normal in Mobility“ der Univ. Duisburg-Essen; Juni 2022
	2022	Beckmann, H.: Smart Park City Hub – Netz als Enabler der Circular Economy; Präsentation und Präsentations-Unterlagen; Krefeld 2022
	2022	Beckmann, H.: Smart Park City Hub – Netz als Enabler der additiven Fertigung, Mönchengladbach, 2022
	2023	Beckmann, H.; Waaden, T.; Smart Park als Baustein der Wertschöpfungsketten der Zukunft; Springer Essentials, Berlin 2023
Presse-mitteilungen	02.11.2020	PM in VM – Ministerium für Verkehr NRW „Für eine bessere und saubere Mobilität: Landesregierung fördert innovatives Logistikkonzept für Städte im Ruhrgebiet“
	02.11.2020	PM in DVZ – Deutsche Verkehrs-Zeitung: „1,5 Mio. EUR für City Hubs im Ruhrgebiet“
	02.11.2020	PM in VehrkersRundschau.de „NRW fördert Logistikkonzept für Städte im Ruhrgebiet“
	02.11.2020	PM in adfc NRW „Lastenrad ist mit dabei: 1,5 Millionen Euro für „intelligente Verteilzentren“
	05.11.2020	PM in trans.INFO „Ruhrgebiet setzt auf Smart Park City Hubs“
	16.11.2020	PM in Kloepfel Consulting: „Land NRW fördert Projekt „Smart Park City Hubs“
	16.11.2020	PM in Internationales Verkehrswesen. Das technisch-wissenschaftliche Fachmagazin „Hochschule Niederrhein entwickelt nachhaltige Citylogistik-Konzepte“
	17.11.2020	PM in Rheinische Post Online „Krefeld wird Standort für Citylogistik-Pilotprojekt“
	27.11.2020	PM in BOjournal.de „Stadt Bochum soll beim Projekt „Smart Park City Hubs“ über die RUB den Fuß in die Tür bekommen“
	28.11.2020	Artikel in Rheinischer Post an Rhein und Lippe „Hafen-Pilotprojekt für weniger Lieferverkehr“
	01/2021	Eintrag in die Projektlandkarte „Zukunftslinie“

Tabelle 8-2: Auflistung Publikationen SPaCiH

8.4 Homepage und Social Media

Zu Beginn des Projektes wurde eine eigene Webpräsenz erstellt. Unter www.spacih.nrw werden Informationen zum Projektvorhaben und Projektziel bereitgestellt, Projektpartner vorgestellt und Veranstaltungen angekündigt.

Abbildung 8-1: Screenshot SPaCiH Website

Des Weiteren wurden eigene Social-Media-Kanäle für das Projekt SPaCiH erstellt (Twitter, LinkedIn und Facebook)[959].

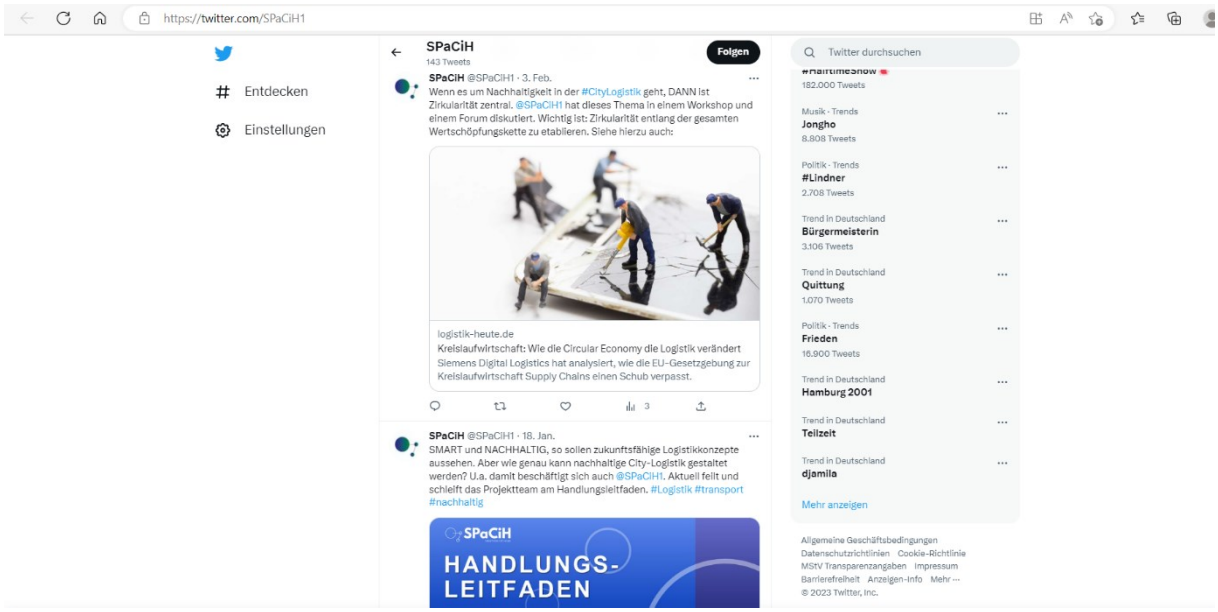


Abbildung 8-2: Screenshot SPaCiH Twitter-Kanal

[959] https://twitter.com/SPaCiH1, https://www.linkedin.com/showcase/spacih/, https://www.facebook.com/SPaCiH.

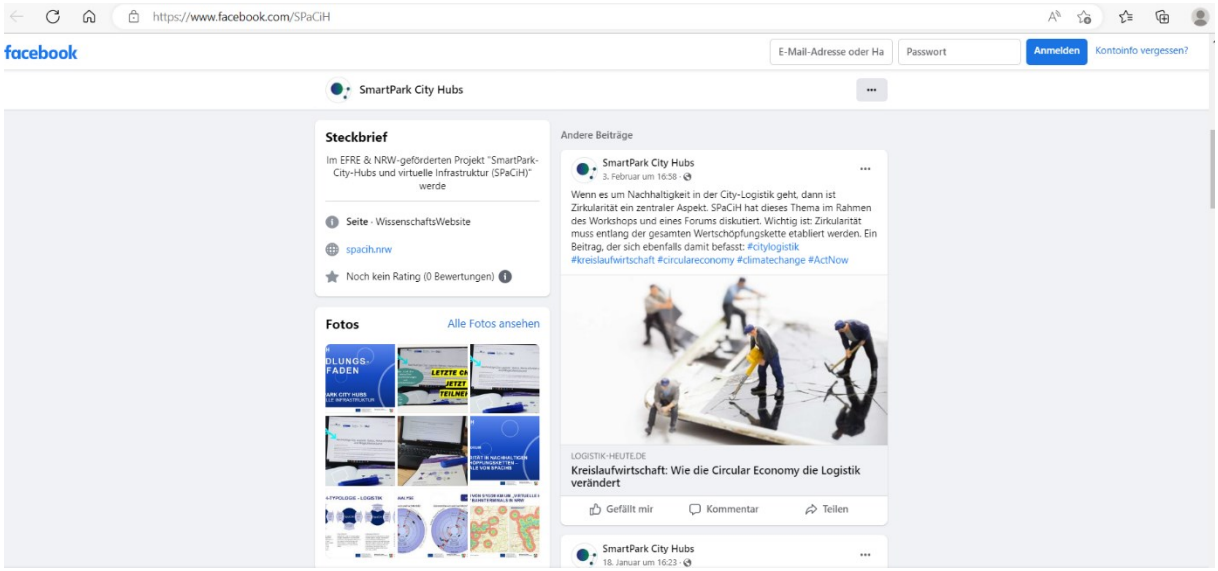


Abbildung 8-3: Screenshot SPaCiH Facebook-Kanal

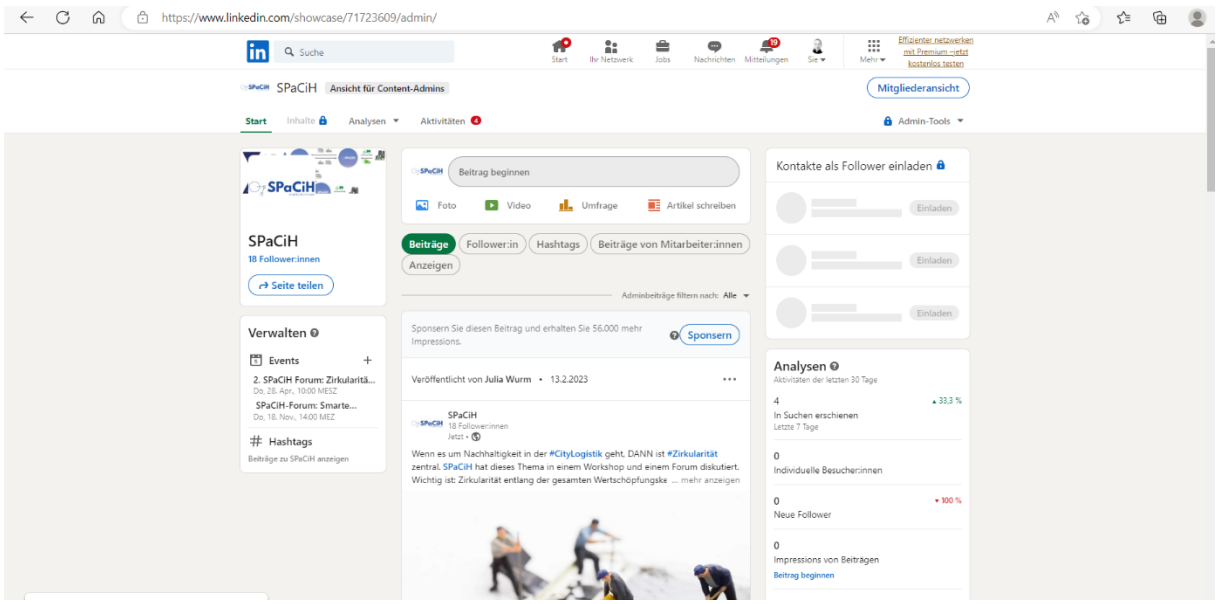


Abbildung 8-4: Screenshot SPaCiH-LinkedIn-Kanal

Zudem wurde zur Vermittlung des Projektvorhabens ein animiertes Video[960] konzipiert.

Abbildung 8-5: Screenshot SPaCiH Projekt-Video

Weitere Videos wurden für konkrete Use Case-Szenarien erstellt, dazu gehören die Themen:

- Transportverlagerung[961]

SPACIH USE CASE Transportverlagerung

Abbildung 8-6: Screenshot SPaCiH Video Transportverlagerung

960 https://www.youtube.com/watch?v=KvsjkJJ8qjU.
961 https://www.youtube.com/watch?v=zo_vIOoXpyM.

- Cityversorgung[962]

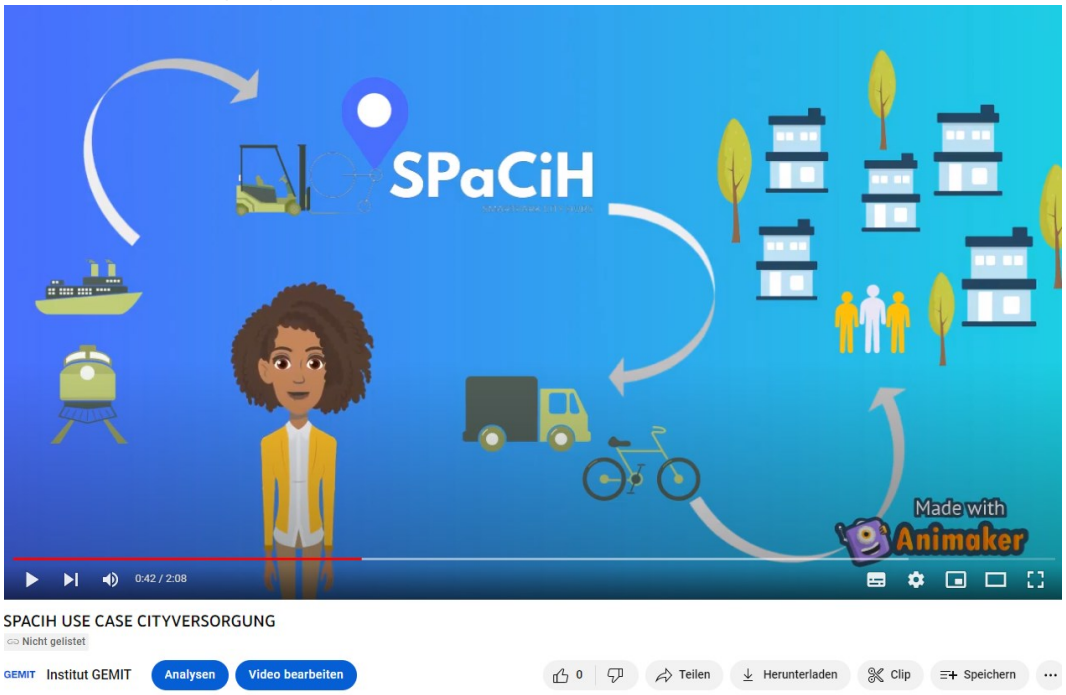


Abbildung 8-7: Screenshot SPaCiH Video Cityversorgung

- Kreislaufwirtschaft[963]

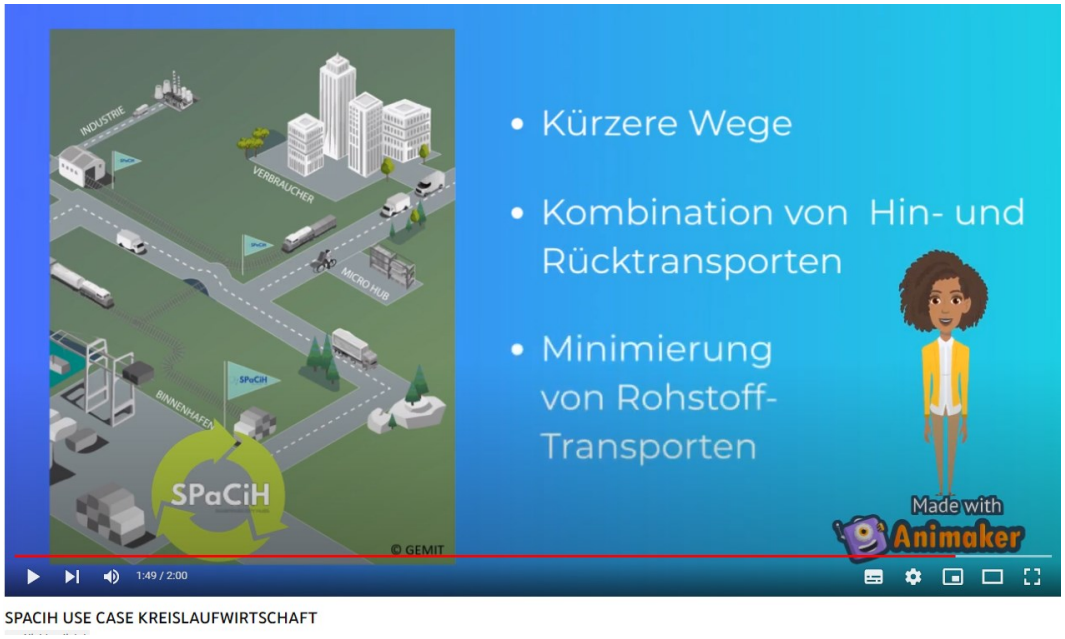


Abbildung 8-8: Screenshot SPaCiH Video Kreislaufwirtschaft

962 https://www.youtube.com/watch?v=yx86XWIC2qk.
963 https://www.youtube.com/watch?v=fnihb_m24Dk.

8.5 Potenzielle Anlegestellen

Hafen	Wasserstraße	Kilometer	Informationen/ Eigenschaften	Nähere Betrachtung	Code
Rhein-Lippe + Emmelsum	Wesel-Datteln-Kanal	0,8	Rhein-Lippe: • 20 ha sofort verfügbar, 45 ha Entwicklungsfläche • 300 m lange Kaianlage + aktuelle Verlängerung um 200 m auf 500 m • Produkte: Mineralölprodukte, Schwergut • Hafenanlagen: Löschbrücke zum Umschlag von Mineralölprodukten, Schwerlastkran, Koppelstelle für Schubleichter Emmelsum: • 6 ha sofort verfügbar, 15 ha Entwicklungsfläche • Produkte: Container, Stück- und Schüttgut • Hafenanlagen: drei KV-Terminals (drei Portalkrane), eine eingehauste Saugvorrichtung für Schüttgut → Ideal für Containerumschlag geeignet → Containerumschlag 2020: 56.981 TEU → Premium-Standort	nein, da Premium-Standort	1
Klöckner Humboldt Deutz	Wesel-Datteln-Kanal	2,9-3,1	• Ca. 120 m Kaimauer, ca. 6,5 ha Gesamtfläche • Produkte: Massengüter • Anbindung an Schienennetz vorhanden • Hafenanlagen: 1 Schwerlastkran → Könnte grundsätzlich für die Versorgung von Friedrichsfeld genutzt werden → Allerdings sehr nah am Hafen Emmelsum, daher eher überflüssig, da Emmelsum eine bessere Hafeninfrastruktur aufweist	ja	2
Wendebecken (Wendehafen)	Wesel-Datteln-Kanal	6,5-6,7	• Sehr kleiner potenzieller Anlegebereich • Keine Fläche für logistische Aktivitäten verfügbar • Bereich, der dazu dient, dass Schiffe wenden können → anlandende Schiffe würden den Weg versperren → Ungeeignet um Container umzuschlagen	nein	3
Zeche Fürst Leopold	Wesel-Datteln-Kanal	28,7-29,1	• Ehemaliger Hafen der Zeche Fürst Leopold • Im Hafenbecken ist ein Sportboothafen entstanden • Grundsätzlich von der Größe her gut geeignet: 350 m lange Kaimauer existiert noch, ca. 8 ha Gesamtfläche verfügbar • Allerdings ist sämtliche Hafeninfrastruktur verschwunden, keine Umschlagseinrichtungen mehr vorhanden à Schiff mit eigenem Kran oder RoRo-Schiff notwendig • Sehr nah am Hafen Dorsten,	ja	2

Hafen	Wasserstraße	Kilometer	Informationen/ Eigenschaften	Nähere Betrachtung	Code
			allerdings versorgungstechnisch besser gelegen, da er direkt zwischen Dorsten, Hervest und Holsterhausen liegt (Hafen Dorsten liegt weiter außerhalb) → Positiv: gute Lage, Größe → Negativ: keine Infrastruktur mehr vorhanden → Evtl. Konfliktpotenzial mit dem Sportboothafen		
Dorstener Hafen- und Speditionsgesellschaft	Wesel-Datteln-Kanal	31,2-31,8	• Ca. 2,8 ha Fläche, ca. 500 m Kaimauer • Produkte: Massengüter wie Kohle, Baustoffe und andere lose Güter, RoRo-Güter • Hafenanlagen: Portalkran, Bandverladeanlage → Containerumschlag grundsätzlich möglich → Könnte der Versorgung von Dorsten dienen, liegt allerdings etwas außerhalb	ja	1
Marl-Brassert	Wesel-Datteln-Kanal	35,2-35,5	• Ca. 3,8 ha Fläche, ca. 220 m Kaimauer • Produkte: Massengüter, Schwergüter • Hafenanlagen: zwei Portalkrane, Schwergutumschlagsfläche → Containerumschlag gut möglich → Könnte der Versorgung von Brassert und Marl dienen, liegt allerdings außerhalb	ja	1
Chemische Werke Hüls (Chemiepark Marl)	Wesel-Datteln-Kanal	37,7-38,3	• Eigener Hafen des Chemieparks Marl • Dient der Ver- und Entsorgung des Chemieparks • Nur Umschlag von Gasen und flüssigen Stoffen è Keine Umschlagseinrichtungen für Container vorhanden → Überflüssig, aufgrund der Nähe zum Hafen Marl-Brassert und Auguste Victoria (nach der Reaktivierung)	nein	3
Auguste Victoria	Wesel-Datteln-Kanal	38,5-39,3	• Ehemaliger Hafen der Zeche Auguste Victoria • Grundsätzlich von der Größe her gut geeignet: 700 m lange Kaimauer existiert noch, ca. 7,8 ha Gesamtfläche verfügbar • Allerdings ist sämtliche Hafeninfrastruktur verschwunden, keine Umschlagseinrichtungen mehr vorhanden à Schiff mit eigenem Kran oder RoRo-Schiff notwendig • Pläne für die Zukunft sind vorhanden: gate.ruhr → Geeignet für die Versorgung von Marl und Umgebung, wenn neue Infrastruktur errichtet wird	ja	2
Außenbezirk Datteln	Wesel-Datteln-Kanal	58,8-58,9	• Sehr kleiner Anlegebereich: Kaimauer nur ca. 90 m lang • Vorhandene Fläche ist sehr klein à nicht ausreichend für logistische Aktivitäten → Ungeeignet für Containerumschlag	nein	3
Rütgerswerke AG	Rhein-Herne-Kanal	4,2-4,3	• Kleiner Anlegebereich: Zwei Kaimauern a ca. 80 m und 90 m • Dient der Tankschifffahrt	nein	3

Hafen	Wasserstraße	Kilometer	Informationen/ Eigenschaften	Nähere Betrachtung	Code
			• Wenig Platz für logistische Aktivitäten • Hafenanlagen:? → Könnte der Versorgung von Obermeiderich und Hamborn dienen → Allerdings ungeeignet aufgrund der Größe		
Neumühl	Rhein-Herne-Kanal	4,7-5,0	• Ca. 230 m Kaimauer • Keine Fläche für logistische Aktivitäten verfügbar • Keine Infrastruktur vorhanden → Ungeeignet, dient nur dem vorübergehenden Aufenthalt von Schiffen („Liegen“)	nein	3
Concordia	Rhein-Herne-Kanal	6,5-6,9	• Ca. 250 m Kaimauer, ca. 8,5 ha Gesamtfläche verfügbar • keine Hafenanlagen vorhanden → Könnte der Versorgung des Raums Oberhausen dienen → Von der Größe her gut geeignet, allerdings keine Hafenanlagen	ja	2
Rombach	Rhein-Herne-Kanal	7,2-7,3	• Kleiner Anlegebereich: ca. 90 m Kaimauer • Kaum Fläche für Containerumschlag vorhanden, da bereits durch Massengüter belegt • Produkte: Massengüter/ Baustoffe • Hafenanlagen: Bagger → Ungeeignet aufgrund der Größe und fehlenden Fläche → Zudem liegt er direkt neben dem Hafen Concordia, welcher besser geeignet ist à überflüssig	nein	3
GHH	Rhein-Herne-Kanal	8,1-8,2	• Ehemaliger Hafen der Gutehoffnungshütte à inaktiv • Ca. 95 m Kaimauer noch vorhanden, ca. 0,3 ha Fläche verfügbar • Sämtliche Hafeninfrastruktur verschwunden, keine Umschlagseinrichtungen mehr vorhanden à Schiff mit eigenem Kran oder RoRo-Schiff notwendig → Könnte ebenfalls der Versorgung des Raums Oberhausen dienen à Konkurrenz zum Hafen Concordia → Eher überflüssig, da der Hafen Concordia eine bessere Infrastruktur aufweist	ja	2
Liegestelle Borbeck	Rhein-Herne-Kanal	12,4-12,9	• Keine Kaimauer vorhanden, nur Dalben • Keine Fläche für logistische Aktivitäten verfügbar • Keine Infrastruktur vorhanden → Ungeeignet, dient nur dem vorübergehenden Aufenthalt von Schiffen („Liegen“)	nein	3
König Wilhelm	Rhein-Herne-Kanal	14,4-14,7	• Ölverladehafen • Ca. 200 m Kaimauer, ca. 0,55 ha Fläche vorhanden • Keine Umschlagseinrichtungen für Container → Ungeeignet aufgrund fehlender Infrastruktur	nein	3

Hafen	Wasserstraße	Kilometer	Informationen/ Eigenschaften	Nähere Betrachtung	Code
			→ Überflüssig aufgrund der Nähe zum Hafen Bottrop und Essen		
Bottrop + Essen	Rhein-Herne-Kanal	15,3-17,3	• Hafen Bottrop: Insgesamt ca. 410 m Kaimauer • Produkte: Kohle, Heizöl, Diesel à hauptsächlich Kohle • Hafenanlagen: Umschlagbagger, Bandanlagen • Hafen Essen: Produkte: Flüssiggüter, Erze, Metallabfälle, Maschinen, Halb- und Fertigwaren, Steine und Erden sowie Eisen und Stahl • Hafenanlagen: vier Portal- und Brückenkrane, eigenes Gleisnetz → Beide Häfen sind trimodal angebunden → Sehr gute Infrastruktur und Umschlagseinrichtungen → Sehr gut geeignet für den Containerumschlag (insb. Hafen Essen)	ja	2
Mathias Stinnes	Rhein-Herne-Kanal	18,4-18,8	• Ehemaliger Hafen der Zeche Mathias Stinnes • Ca. 430 m Kaimauer, ca. 2,5 ha Fläche verfügbar • Sämtliche Hafeninfrastruktur verschwunden, keine Umschlagseinrichtungen mehr vorhanden à Schiff mit eigenem Kran oder RoRo-Schiff notwendig → Ungeeignet aufgrund fehlender Infrastruktur → Überflüssig aufgrund der Nähe zum Hafen Bottrop und Essen	nein	3
Karnap RWE	Rhein-Herne-Kanal	20,1-20,2	• Ehemaliger Verladehafen der RWE • Gebiet wurde komplett renaturiert è Ungeeignet	nein	3
Nordstern	Rhein-Herne-Kanal	20,7-21,4	• Ehemaliger Hafen der Zeche Nordstern • Gebiet wurde ebenfalls komplett renaturiert à Nordsternpark inkl. Amphitheater Gelsenkirchen → Ungeeignet	nein	3
Ruhr Öl	Rhein-Herne-Kanal	21,7-22,7	• Eigener Hafen der BP Gelsenkirchen GmbH • Ca. 550 m Kaimauer • Hafen für Raffinerieprodukte (z.B. Öl) • Keine Umschlagsanlagen für Container vorhanden → Ungeeignet für Containerumschlag, Spezialisierung auf Raffinerieprodukte → Überflüssig aufgrund der Nähe zum Hafen Gelsenkirchen	nein	3
Gelsenkirchen	Rhein-Herne-Kanal	24,1-24,3	• Ca. 2,1 km Kaimauer, 120 ha Hafengebiet • Produkte: Öl, Stahl, Getreide, Malz • Hafenanlagen: 30 Krananlagen inkl. Schwergutumschlagsanlage, eigenes Gleisnetz → Trimodale Anbindung → Sehr gute Infrastruktur und Umschlagseinrichtungen	ja	1

Hafen	Wasserstraße	Kilometer	Informationen/ Eigenschaften	Nähere Betrachtung	Code
			→ Sehr gut geeignet für den Containerumschlag		
Hugo	Rhein-Herne-Kanal	25,1-25,4	• Ehemaliger Hafen der Zeche Hugo • Sämtliche Hafeninfrastruktur verschwunden, keine Umschlagseinrichtungen mehr vorhanden, teilweise renaturiert → Ungeeignet aufgrund fehlender Infrastruktur → Überflüssig aufgrund der Nähe zum Hafen Gelsenkirchen	nein	3
Graf Bismarck	Rhein-Herne-Kanal	26,3-26,6	• Ehemaliger Hafen der Zeche Graf Bismarck • Um den Hafen herum entsteht ein modernes Stadtviertel mit Ein- und Mehrfamilienhäusern und Kultur- und Freizeitangebote • Zudem ist im Hafen jetzt eine Marina → Ungeeignet für Containerumschlag	nein	3
Grimberg	Rhein-Herne-Kanal	27,7-28,2	• Ca. 1,2 km Kaimauer, ca. 10 ha Fläche verfügbar • Produkte: Massengüter/ Baustoffe • Hafenanlagen: ? → Von der Größe her gut geeignet, aber Spezialisierung auf Baustoffe → Steht aufgrund der Nähe zum Hafen Wanne in Konkurrenz zu diesem à Hafen Wanne wesentlich besser geeignet, besitzt eigenen Containerterminal → Zudem liegt Wanne versorgungstechnisch besser à Hafen Grimberg überflüssig	nein	3
Wanne West + Ost	Rhein-Herne-Kanal	30,4-32,1	• Insgesamt 880 m Kaimauer • Produkte: Container (aber nur Schiene-Straße), Massengüter wie Kohle und Sand, Schrott • Hafenanlagen: Containerterminal, zwei Portalkrananlagen, Verladeanlagen für Schüttgut, eigenes Gleisnetz → Trimodale Anbindung → Sehr gut geeignet	ja	2
Julia	Rhein-Herne-Kanal	32,5-32,9	• Ca. 350 m Kaimauer, ca. 8,5 ha Fläche verfügbar • Produkte: Massengüter, insb. Kohle • Hafenanlagen: Gleisanschluss, Krananlage?? → Von der Größe und Infrastruktur gut geeignet, allerdings spezialisiert auf Kohle → Überflüssig, da er direkt neben dem Hafen Wanne liegt à Wanne ist besser geeignet	nein	3
Recklinghausen	Rhein-Herne-Kanal	33,8-34,0	• Keine Kaimauer mehr vorhanden, keine Fläche für logistische Aktivitäten • Gebiet wurde renaturiert è Ungeeignet	nein	3
Stadt Recklinghausen	Rhein-Herne-Kanal	34,8-35,1	• Ca. 95 m Kaimauer, 2,2 ha Fläche verfügbar • Im Hafenbecken sind ein großer Strandbereich und andere Freizeitangebote entstanden	ja	1

Hafen	Wasserstraße	Kilometer	Informationen/ Eigenschaften	Nähere Betrachtung	Code
			• Produkte: Getreide • Hafenanlagen: Krananlage → Relativ kleiner Hafen, keine optimale Infrastruktur → Logistische Aktivitäten stehen im Widerspruch zu den Freizeitangeboten im Hafenbecken → Aktuell wird nur Getreide umgeschlagen, schwierig auf Container umzustellen		
Friedrich der Große	Rhein-Herne-Kanal	38,1-38,5	• Ehemaliger Hafen der Zeche Friedrich der Große (mittlerweile wieder genutzt) • Mittlerweile ist dort ein Industriegebiet entstanden • Ca. 290 m Kaimauer, 7,1 ha Fläche für logistische Aktivitäten vorhanden • Produkte: Stahl, Bleche • Hafenanlagen: Krananlage zum Verladen von Stahlblechen → Könnte der Versorgung von Castrop-Rauxel dienen, liegt allerdings etwas außerhalb	ja	2
König Ludwig	Rhein-Herne-Kanal	38,0-38,2	• Ehemaliger Hafen der Zeche König Ludwig • Mittlerweile Hafen für Sportboote è Ungeeignet	nein	3
Victor	Rhein-Herne-Kanal	39,7-40,2	• Ca. 300 m Kaimauer, 4,9 ha Fläche verfügbar • Produkte: Kohle • Hafenanlagen: zwei Portalkrane, Gleisanschluss → Könnte der Versorgung von Castrop-Rauxel dienen, gute Lage → Von der Größe und Infrastruktur her gut geeignet → Allerdings aktuell nur Kohleumschlag, müsste für Container angepasst werden	ja	2
Rütgers	Rhein-Herne-Kanal	40,6-40,7	• Hafen der Rütgers Chemicals GmbH • Ca. 110 m Kaimauer, kaum Fläche für Containerumschlag vorhanden • Hafen für Raffinerieprodukte wie Pech und Steinkohlenteer • Keine Umschlagseinrichtungen für Container vorhanden → Ungeeignet für Containerumschlag → Überflüssig da Hafen Victor und Luck besser geeignet sind	nein	3
Luck	Rhein-Herne-Kanal	41,7-42,0	• Insgesamt ca. 250 m Kaimauer, ca. 14 ha Fläche verfügbar • Produkte: Schüttgüter • Hafenanlagen: Zwei Portalkrane è Könnte der Versorgung von Habinghorst/ Henrichenburg dienen → Von der Größe und Infrastruktur her gut geeignet → Allerdings aktuell nur Schüttgutumschlag, müsste für Container angepasst werden	ja	2
Dortmund	Dortmund-Ems-Kanal	0-2,8	• 11 km Uferlänge, 170 ha Gesamtfläche, 10 Hafenbecken • Produkte: Container, Baustoffe,	nein, da Premium-Standort	1

Hafen	Wasserstraße	Kilometer	Informationen/ Eigenschaften	Nähere Betrachtung	Code
			Mineralöle, Eisen und Stahl, metallische Recyclinggüter, Importkohle • Hafenanlagen: ca. 40 Krananlagen, Container-Terminal, Reachstacker etc. → Ideal geeignet für Containerumschlag → Containerumschlag 2020: 8.312 TEU → Premium-Standort		
Minister Achenbach	Dortmund-Ems-Kanal	6,9-7,1	• Ehemaliger Hafen der Zeche Minister Achenbach • Gebiet wurde renaturiert, Böschung unter Wasser à beschränkte Fahrwas-sertiefe → Ungeeignet	nein	3
Groppenbruch	Dortmund-Ems-Kanal	7,6-7,8	• Ca. 190 m Kaimauer, ca. 3,5 ha Fläche verfügbar • Produkte: Massengüter/ Baustoffe • Keine Umschlagseinrichtungen für Container vorhanden, nur Massengutumschlag à Schiff mit eigenem Kran oder RoRo-Schiff notwendig → Könnte der Versorgung von Mengede dienen, von der Größe her gut geeignet → Allerdings keine Umschlagseinrichtungen für Container	ja	2
Waltrop	Dortmund-Ems-Kanal	11,1-11,3	• Ehemaliger Hafen der Zeche Waltrop • Keine Fläche für logistische Aktivitäten mehr vorhanden • Liegt direkt am Naturschutzgebiet Veiinghof → Ungeeignet	nein	3
Ruhrzink	Dortmund-Ems-Kanal	16,3-16,5	• Ca. 180 m Kaimauer, ca. 12 ha Fläche verfügbar • Aktuell entsteht dort das Gewerbegebiet „Zum Schleusenpark“ • Aktuell wird der Hafen noch nicht genutzt à keine Hafenanlagen vorhanden → Könnte der Versorgung von Datteln dienen, von der Größe her gut geeignet → Allerdings (noch) keine Infrastruktur vorhanden	ja	2
Löringhof	Dortmund-Ems-Kanal	18,4-18,5	• Sehr kleiner Anlegebereich: nur ca. 75 m Kaimauer • Keine Fläche für logistische Aktivitäten verfügbar → Ungeeignet für Containerumschlag	nein	3
Emscher Lippe	Dortmund-Ems-Kanal	19,1-19,5	• Ehemaliger Hafen der Zeche Emscher Lippe • Gebiet wurde komplett renaturiert → Ungeeignet	nein	3
Liegehafen Datteln	Dortmund-Ems-Kanal	20,4-20,6	• Keine Fläche für logistische Aktivitäten vorhanden • Keine Infrastruktur vorhanden → Ungeeignet	nein	3
Datteln	Dortmund-Ems-Kanal	20,7-20,8	• Keine Kaimauer, keine Infrastruktur vorhanden • Keine Fläche für logistische Aktivitäten vorhanden → Ungeeignet	nein	3

Hafen	Wasserstraße	Kilometer	Informationen/ Eigenschaften	Nähere Betrachtung	Code
Liegehafen für Regiebetrieb Außenbezirk Lüdinghausen	Dortmund-Ems-Kanal	34,6-34,7	• Nur sehr kleiner Anlegebereich vorhanden: ca. 50 m Kaimauer • Kaum Fläche für logistische Aktivitäten vorhanden → Ungeeignet	nein	3
Liegehafen für Regiebetrieb Senden	Dortmund-Ems-Kanal	48,0-48,1	• Keine Kaimauer, keine Infrastruktur vorhanden • Keine Fläche vorhanden, Hafen grenzt an Waldgebiet → Ungeeignet	nein	3
Senden	Dortmund-Ems-Kanal	48,2-48,4	• Ca. 155 m Kaimauer vorhanden • Die Hafenfläche wurde in den letzten Jahren restauriert und aufgewertet à es ist eine Promenade entstanden → Soll der Erholung und Freizeit dienen → Ungeeignet für Containerumschlag	nein	3
Kannenbaum	Dortmund-Ems-Kanal	54,3-55,2	• Keine Infrastruktur, keine Fläche vorhanden • Liegt versorgungstechnisch sehr schlecht à nächster Ort ist sehr weit entfernt → Ungeeignet	nein	3
Amelsbüren	Dortmund-Ems-Kanal	57,7-58,0	• Ca. 200 m Kaimauer, ca. 3 ha Fläche verfügbar • keine Hafenanlagen vorhanden → Könnte der Versorgung von Amelsbüren dienen, von der Größe her gut geeignet → Allerdings ist der Hafen inaktiv	ja	2
Hiltrup	Dortmund-Ems-Kanal	60,0-60,2	• Ca. 140 m Kaimauer, ca. 0,8 ha verfügbar • Keine Infrastruktur vorhanden à Schiff mit eigenem Kran oder RoRo-Schiff notwendig → Könnte der Versorgung von Hiltrup dienen → Allerdings relativ klein und keine Hafenanlagen vorhanden	ja	2
Liegestelle ehemaliger Stützpunkt Hiltrup	Dortmund-Ems-Kanal	62,1-62,2	• Sehr kleiner Anlegebereich: nur ca. 30 m Kaimauer • Keine Fläche für logistische Aktivitäten vorhanden → Ungeeignet	nein	3
Liegestelle Münster	Dortmund-Ems-Kanal	65,8-66,3	• Ca. 540 m Kaimauer vorhanden • Kaum Fläche für logistische Aktivitäten, keine Infrastruktur vorhanden → Dient dem vorübergehenden Liegen von Schiffen → Ungeeignet	nein	3
Loddenheide	Dortmund-Ems-Kanal	66,0-66,2	• Ca. 200 m Kaimauer, ca. 3,5 ha Fläche verfügbar • Produkte: Massengüter/ Baustoffe • Hafenanlagen: 1 mobiles Umschlagsgerät für Massengüter → Könnte der Versorgung von Münster dienen → Allerdings sind keine Umschlagseinrichtungen für Container vorhanden	ja	2
WCG	Dortmund-Ems-Kanal	66,4-66,6	• Ca. 270 m Kaimauer, ca. 4,7 ha Fläche verfügbar	ja	2

Hafen	Wasserstraße	Kilometer	Informationen/ Eigenschaften	Nähere Betrachtung	Code
			• Produkte: landwirtschaftliche Erzeugnisse/ Baustoffe • Hafenanlagen: Umschlagsanlagen für Schüttgut → Könnte der Versorgung von Münster dienen → Allerdings nur Schüttgutumschlag, schwierig auf Container umzustellen		
Münster	Dortmund-Ems-Kanal	67,1-67,9	• Seit einigen Jahren inaktiv • Der Hafen hat sich vom Güterumschlagsplatz zum Kreativkai entwickelt • Bürohäuser, Kunst, Kultur, Restaurants und Szeneclubs haben sich angesiedelt → Aufgrund der Entwicklungen der letzten Jahre ungeeignet für den Containerumschlag	nein	4
Außenbezirk Münster	Dortmund-Ems-Kanal	71,2-71,3	• Kleiner Anlegebereich: Drei Kaimauern a 75 m, 40 m und 40 m • Keine Fläche für logistische Aktivitäten, keine Infrastruktur vorhanden → Ungeeignet	nein	3
Nierhoff	Datteln-Hamm-Kanal	4,7-5,0	• Ca. 280 m Kaimauer vorhanden • Keine Infrastruktur, kaum Fläche vorhanden (z. T. mit Bäumen und Sträuchern bewachsen) → Ungeeignet	nein	3
Stummhafen Lünen	Datteln-Hamm-Kanal	8,0-8,6	• Ca. 675 m Kaimauer, ca. 19 ha Fläche vorhanden • Produkte: Kohle • Hafenanlagen: Umschlagsanlagen für Kohle → Könnte der Versorgung von Brambauer und Waltrop dienen, von der Größe her gut geeignet → Allerdings spezialisiert auf Kohleumschlag, keine Umschlagseinrichtungen für Container vorhanden → Das ansässige Kohlekraftwerk steht vor dem Aus, da es seit Jahren Verluste erwirtschaftet à Vielleicht ist in Zukunft eine andere Nutzung dieses Standorts möglich	ja	2
Lünen	Datteln-Hamm-Kanal	11,2-12,3	• Ca. 940 m Kaimauer, ca. 19 ha Fläche vorhanden • Produkte: Schüttgüter, Eisen, Stahl, Getreide • Hafenanlagen: 3 Portalkrane, 1 Hydraulikkran, 2 Hallenbrückenkrane, 2 Stapler, 3 Radlader, 1 Hydraulikbagger und mehr → Könnte der Versorgung von Lünen dienen → Aufgrund der Größe und infrastrukturellen Ausstattung gut geeignet	ja	1
Zeche Preußen	Datteln-Hamm-Kanal	14,1-14,3	• Ehemaliger Hafen der Zeche Preußen • Gebiet wurde renaturiert à	nein	3

Hafen	Wasserstraße	Kilometer	Informationen/ Eigenschaften	Nähere Betrachtung	Code
			Bestandteil des Seeparks Lünen → Ungeeignet		
Haus Aden	Datteln-Hamm-Kanal	18,5-19,6	• Ehemaliger Hafen der Zeche Haus Aden • Aktuell entsteht dort die „Wasserstadt Aden“ – ein innovatives Stadtquartier → Soll dem Wohnen, der Erholung und der Freizeit dienen → Ungeeignet	nein	3
Kraftwerk Bergkamen	Datteln-Hamm-Kanal	21,3-21,6	• Hafen des Kohlekraftwerks Bergkamen • 3 Kaimauern a ca. 360 m, 90 m und 90 m, ca. 12 ha Fläche vorhanden • Produkte: Kohle • Hafenanlagen: Umschlaganlagen für Kohle → Könnte der Versorgung von Bergkamen dienen → Allerdings ist es aktuell nur auf den Kohleumschlag für das Kraftwerk ausgelegt → Das Kraftwerk ist noch mindestens bis Oktober 2022 aktiv, bis dahin ist ein Umschlag von Containern eher nicht möglich → Allerdings könnte der Standort danach eventuell genutzt werden	ja	1
Liegestelle Rünthe	Datteln-Hamm-Kanal	23,3-23,7	• Ca. 420 m Kaimauer vorhanden • Keine Fläche für logistische Aktivitäten, keine Infrastruktur vorhanden → Dient dem vorübergehenden Liegen von Schiffen → Ungeeignet	nein	3
Gersteinwerk	Datteln-Hamm-Kanal	29,5-29,9	• Ehemaliger Hafen des Kraftwerks Gersteinwerk • Der Hafen wurde erst vor Kurzem komplett zurückgebaut à sämtliche Infrastruktur ist verschwunden, alle Gebäude wurden abgerissen • Zudem grenzt der Hafen an ein Naturschutzgebiet → Aktuell ist der Hafen gesperrt → Ungeeignet	nein	3
Hamm	Datteln-Hamm-Kanal	32,3-35,7	• Ca. 3400 m Kaimauer, ca. 180 ha Fläche vorhanden • Produkte: Getreide, Ölsaaten, Speiseöl, Futtermittel, Mineralöle, Benzin, Erze, Eisen, Stahl, Steine und Erden, Düngemittel • Hafenanlagen: 2 Mobilbagger, 2 Krane, 1 Containerverladegerät und weitere Umschlaganlagen für flüssige Güter und Schüttgüter → Aufgrund der Größe und Infrastruktur ideal geeignet → Allerdings aktuell noch kein signifikanter Containerumschlag	ja	1
Zeche Westfalen	Datteln-Hamm-Kanal	43,2-43,4	• Ehemaliger Hafen der Zeche Westfalen • Mittlerweile sind keine Infrastruktur	nein	3

Hafen	Wasserstraße	Kilometer	Informationen/ Eigenschaften	Nähere Betrachtung	Code
			und keine Fläche mehr vorhanden → Ungeeignet		
Balcke	Datteln-Hamm-Kanal	44,9-45,0	• Sehr kleiner Anlegebereich: nur ca. 65 m Kaimauer verfügbar • 5,8 ha Fläche vorhanden, allerdings keine Infrastruktur mehr → Wäre aufgrund der Flächengröße gut geeignet, allerdings gibt es keine Hafenanlagen → Außerdem ist der Hafen sehr nah am Hafen Uentrop, welcher besser geeignet ist à überflüssig	nein	3
Uentrop	Datteln-Hamm-Kanal	45,4-45,9	• 3 Kaimauern a ca. 170 m, 80 m und 80 m, 8,3 ha Fläche vorhanden • Produkte: Flüssigdünger, Heizöl, Diesel u.a. • Hafenanlagen: 1 Portalkran, 1 Brückenkran, Schwergutumschlagsfläche → Von der Größe und Infrastruktur her gut geeignet → Allerdings liegt der Standort versorgungstechnisch ungünstig, da die Entfernung zum nächsten Ort relativ groß ist	ja	2
Kraftwerk Westfalen	Datteln-Hamm-Kanal	47,2	• Hafen des Kohlekraftwerks Westfalen • Ca. 450 m Kaimauer, ca.12,5 ha Fläche vorhanden • Produkte: Kohle • Hafenanlagen: Umschlaganlagen für Kohle → Ist nur für den Kohleumschlag ausgelegt → Liegt versorgungstechnisch noch ungünstiger als der Hafen Uentrop → Überflüssig aufgrund der Nähe zum Hafen Uentrop	nein	3
Emmerich	Rhein	851,5-851,9	• Ca. 750 m Anlegebereich, ca. 35 ha Fläche vorhanden • Produkte: Container, flüssige Güter • Hafenanlagen: 2 Containerbrücken, 1 Drehkran, Umschlaganlagen für flüssige Güter → Ideal geeignet für Containerumschlag → Containerumschlag 2020: 71.270 TEU → Premium-Standort	nein, da Premium-Standort	1
Wesel	Rhein	814,5-815,0	• Ca. 800 m Kaimauer vorhanden • Produkte: Schütt-/Massen-/ Flüssiggüter • Hafenanlagen: 1 mobiler Bagger, 1 Mineralölumschlagsanlage, Förderbänder, 1 Sauganlage für Schüttgüter → Spezialisiert auf Massengüter → Überflüssig aufgrund der Nähe zum Hafen Emmelsum, welcher auf Container spezialisiert ist	nein	4
Orsoy	Rhein	793,9-794,3	• Ca. 380 m Kaimauer, ca. 10 ha Fläche vorhanden • Produkte: Massengüter, insb. Kohle	ja	2

Hafen	Wasserstraße	Kilometer	Informationen/ Eigenschaften	Nähere Betrachtung	Code
			• Hafenanlagen: 3 Krananlagen, 4 Verladeeinrichtungen, 2 Radlader, 1 mobiler Bagger → Von der Größe und Infrastruktur her gut geeignet → Allerdings werden aktuell nur Massengüter umgeschlagen → Liegt relativ abgelegen vom nächsten größeren Ort		
Walsum Nord	Rhein	793,0-793,2	• Hafen des Kohlekraftwerks Walsum • Ca. 750 m Kaimauer, ca. 12,5 ha Fläche vorhanden • Produkte: Kohle • Hafenanlagen: 2 Wippdrehkrane, Bandförderanlage → Ist nur auf den Kohleumschlag ausgelegt → Könnte aufgrund der Größe und Infrastruktur der Versorgung von Walsum dienen	ja	2
Walsum Süd	Rhein	791,1-791,2	• Ca. 1180 m Kaimauer, ca. 24 ha Fläche vorhanden • Produkte: Kohle/ Stahl • Hafenanlagen: 4 Krananlagen, Umschlagsanlagen für Kohle → Könnte der Versorgung von Walsum und Hamborn dienen → Von der Größe und Infrastruktur her gut geeignet	ja	2
Schwelgern	Rhein	790,1-790,2	• Hafen des Stahlwerks der Thyssenkrupp Steel AG • Ca. 2000 m Kaimauer, ca. 62 ha Fläche vorhanden • Produkte: Kohle/ Stahl • Hafenanlagen: Umschlaganlagen für Kohle bzw. Massengüter è Ist nur für den Kohle- bzw. Stahlumschlag des Stahlwerks ausgelegt → Es sind nur Umschlagseinrichtungen für Massengüter vorhanden → Überflüssig aufgrund der Nähe zum Südhafen Walsum	nein	3
Duisburg	Rhein	773,5-781,2	• Größter Binnenhafen der Welt: 40 km Uferlänge, 21 Hafenbecken • Größter Containerumschlagplatz in NRW → Ideal für Containerumschlag geeignet → Containerumschlag 2020: 591.619 TEU → Premium-Standort	nein, da Premium-Standort	1
Mannesmann	Rhein	770,2-770,3	• Hafen des Stahlwerks der Hüttenwerke Krupp Mannesmann • Ca. 1300 m Kaimauer, ca. 41 ha Fläche vorhanden • Produkte: Kohle/ Stahl • Hafenanlagen: Umschlaganlagen für Kohle → Ist nur für den Kohle- bzw. Stahlumschlag des Stahlwerks ausgelegt → Es sind nur Umschlagseinrichtungen für Massengüter vorhanden	nein	3

Hafen	Wasserstraße	Kilometer	Informationen/ Eigenschaften	Nähere Betrachtung	Code
			→ Überflüssig aufgrund der Nähe zu den Duisburger Häfen, insb. zum Hafen Rheinhausen		
Krefeld	Rhein	763,9	• Ca. 7100 m Anlegebereich, 420 ha Fläche vorhanden • Produkte: Container, Stahl, Agrar- und Chemieprodukte • Hafenanlagen: 7 Krananlagen, davon 2 Containerbrücken, 1 stationäres und 1 mobiles Förderband → Ideal geeignet für den Containerumschlag → Containerumschlag 2020: 34.558 TEU → Premium-Standort	nein, da Premium-Standort	1
Düsseldorf + Neuss	Rhein	740,1-743,2	Düsseldorf: • 5 Hafenbecken, 170 ha Fläche vorhanden • Produkte: Container, Agrarprodukte, Baustoffe, Kohle und Erze, Eisen und Stahl, chemische Produkte und Automobile • Hafenanlagen: 12 Krananlagen, 1 Anlage für flüssige bzw. gasförmige Gefahrgüter → Ideal geeignet für Containerumschlag → Containerumschlag 2020: 72.112 TEU → Premium-Standort Neuss: • 5 Hafenbecken, 350 ha Fläche vorhanden • Produkte: Container, Agrarprodukte, Baustoffe, Kohle und Erze, Eisen und Stahl, chemische Produkte und Automobile • Hafenanlagen: 15 Krananlagen, 2 Anlagen für flüssige bzw. gasförmige Gefahrgüter → Ideal geeignet für Containerumschlag → Containerumschlag 2020: 104.360 TEU → Premium-Standort	nein, da Premium-Standort	1
UCT (Dormagen)	Rhein	726,0-726,5	• Ca. 540 m Anlegebereich, ca. 8 ha Fläche vorhanden • Produkte: Container, Stück- und Massengüter • Hafenanlagen: Containerbrücke, Kranbrücke, Portalkran, Reachstacker, Gabelstapler, Radlader → Ideal geeignet für Containerumschlag → Containerumschlag 2020: 8.675 TEU → Premium-Standort	nein, da Premium-Standort	1
Reisholz	Rhein	722,7-723,8	• Ca. 370 m Kaimauer, ca. 4,1 ha Fläche vorhanden • Produkte: Schüttgüter, insb. Kohle • Hafenanlagen: 2 Krananlagen, 1 Anlage für flüssige bzw. gasförmige Gefahrgüter	ja	2

Hafen	Wasserstraße	Kilometer	Informationen/ Eigenschaften	Nähere Betrachtung	Code
			• Es gibt Pläne, den Standort zu einem trimodalen Containerterminal auszubauen → Könnte der Versorgung des Stadtbezirks 9 (Düsseldorf) sorgen → Liegt sehr nah am Hafen UTC, welcher aktuell noch besser geeignet ist → aktuell überflüssig → Könnte nach der Umsetzung der Pläne geeignet sein		
Umschlagstelle Dormagen	Rhein	709,9-711,3	• Umschlagstelle des CHEMPRK Dormagen • Dient der Ver- und Entsorgung des Chemieparks • Es werden nur Gase und flüssige Stoffe umgeschlagen → Keine Umschlagseinrichtungen für Container → Ungeeignet	nein	3
Worringen	Rhein	709,8-709,9	• Keine Kaimauer, keine Fläche vorhanden • Keine Infrastruktur vorhanden, Fläche ist mit Bäumen und Sträuchern bewachsen → Ungeeignet	nein	3
CHEMPARK Leverkusen	Rhein	699,1-700,5	• Ca. 1480 m Anlegebereich vorhanden • Produkte: Salz, Erze und Kohle, flüssige Gefahrgüter, Container • Hafenanlagen: 1 Portalkran, 2 mobile Umschlaggeräte, Anlagen für flüssige Gefahrgüter → Ideal geeignet für den Containerumschlag → Containerumschlag 2020: 7.271 TEU → Premium-Standort	nein, da Premium-Standort	1
Köln-Niehl II	Rhein	698,9-699,1	• Ca. 675 m Anlegebereich, ca. 6 ha Fläche vorhanden • Produkte: Gase aus Kohlenwasserstoffgemischen, Gasförmige und flüssige Gefahrengüter, Fahrzeuge • Hafenanlagen: 2 Anlagen für flüssige bzw. gasförmige Gefahrgüter, 2 RoRo-Autoverladeanlagen → Keine Umschlagseinrichtungen für Container vorhanden → Überflüssig aufgrund der Nähe zum Hafen CHEMPARK Leverkusen	nein	3
Köln-Niehl I	Rhein	695,6-695,9	• 4 Hafenbecken, ca. 83,7 ha Fläche vorhanden • Produkte: Heizöl, Kraftstoffe, Steinkohle und Briketts, Container, Stückgut, Zellulose, Papier, Eisen, Schrott, Getreide • Hafenanlagen: 15 Krananlagen, 3 Anlagen für Flüssiggut und weitere → Ideal geeignet für den Containerumschlag → Containerumschlag 2020: 73.458 TEU → Premium-Standort	nein, da Premium-Standort	1

Hafen	Wasserstraße	Kilometer	Informationen/ Eigenschaften	Nähere Betrachtung	Code
Köln-Mülheim	Rhein	691,4	• Der Hafen hat inzwischen keinen Güterumschlag mehr • Wird heutzutage als Schiffswerft für die Reparatur, Modernisierung und den Umbau von Schiffen genutzt → Keine Umschlagseinrichtungen für Güter vorhanden → Überflüssig aufgrund der Nähe zum Hafen Köln-Niehl I	nein	3
Köln-Deutz	Rhein	687,3	• Ca. 2000 m Anlegebereich, ca. 24 ha Fläche vorhanden • Produkte: Getreide, Futtermittel, Schrott, Holz, flüssige Kreide, Sand, Kies • Hafenanlagen: 4 Krananlagen, 1 Schüttrohr, 2 Saugrohre, 1 Sackverladeanlage → Könnte der Versorgung von Deutz dienen → Aufgrund der Größe und Infrastruktur gut geeignet	ja	2
Wesseling-Godorf	Rhein	671,4-672,1	• Ca. 480 m Kaimauer und weiterer Anlegebereich für Tankmotorschiffe, ca. 13,6 ha Fläche vorhanden • Produkte: Flüssige und gasförmige Kohlenwasserstoffe und -verbindungen, Säuren, Laugen, Kies, Salz, Feuchthydrat, Kalkstein • Hafenanlagen: 4 Krananlagen, 17 Anlagen für flüssige bzw. gasförmige Gefahrgüter → Könnte der Versorgung von Rodenkirchen dienen → Von der Größe und Infrastruktur her gut geeignet → Allerdings spezialisiert auf flüssige und gasförmige Güter	ja	1
Lülsdorf	Rhein	667,0-667,4	• Ca. 265 m Kaimauer, ca. 6 ha Fläche vorhanden • Produkte: Flüssige und gasförmige Güter, Schüttgüter • Hafenanlagen: 1 Krananlage, Anlagen für flüssige und gasförmige Güter • Der Standort soll zu einem trimodalen Containerterminal ausgebaut werden → Könnte der Versorgung von Lülsdorf und Niederkassel dienen → Aktuell werden hauptsächlich flüssige und gasförmige Güter umgeschlagen → Könnte nach dem Ausbau sehr gut geeignet sein	ja	1
Bonn	Rhein	657,6-658,1	• Ca. 470 m Kaimauer, ca. 5 ha Fläche vorhanden • Produkte: Container, Stückgut, Schüttgut • Hafenanlagen: 2 Containerbrücken und weitere Krananlagen → Ideal geeignet für den Containerumschlag → Containerumschlag 2020: 72.563 TEU → Premium-Standort	nein, da Premium-Standort	1

Hafen	Wasserstraße	Kilometer	Informationen/ Eigenschaften	Nähere Betrachtung	Code
Mülheim an der Ruhr	Ruhr	8,4-9,6	• Ca. 3100 m Kaimauer, ca. 212 ha Fläche vorhanden • Produkte: Eisen, Stahl, Schrott, Getreide, Mineralöle und mehr • Hafenanlagen: 25 Verladebrücken, 11 Mobilkrane, 2 Löscheinrichtungen für Getreide, 4 Löscheinrichtungen für Mineralöle → Ideale Infrastruktur und Größe → Sehr gut geeignet für den Containerumschlag	ja	1

Tabelle 8-3: Potenzielle Anlegestellen mit DST-Bewertung

8.6 Methodik zur Ermittlung der Konsumenten-Warenbedarfsmengen

Zur Dimensionierung eines einzelnen SPaCiHs und des gesamten SPaCiH-Netzwerkes wurde die Individualkonsummengen von privaten Haushalten für die kreisfreie Stadt Krefeld und den Kreis Wesel geschätzt. Die Ergebnisse wurden bereits in Kapitel 8.6 vorgestellt. In diesem Kapitel werden die Methodik sowie die bestehenden Limitationen vorgestellt.

Generell gibt es verschiedene Studien und Statistiken, die lediglich Teile der Konsumgüter abdecken. So führt das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) Statistiken zu Versorgungsbilanzen verschiedener landwirtschaftlicher Produkte, die u.a. einen Pro-Kopf-Verbrauch ausweisen, der sich aus der Nettoerzeugung zuzüglich Importe und abzüglich Exporte ergibt.[964] Teilweise wird auch der tatsächliche Verzehr von Nahrungsmitteln berechnet, d.h. die Menge an Nahrungsmitteln, welche tatsächlich vom Menschen gegessen oder getrunken wird. Die Ermittlung des Verzehrs basiert auf einer verbraucherseitigen Schätzung, welche tendenziell immer zu einer Überschätzung führt.[965] Die exakte Bestimmung des Verzehrs erfolgt durch die in einem 10-Jahresrythmus durchgeführte Nationale Verzehrstudie, die den Lebensmittelverzehr und das Ernährungsverhalten nach soziodemographischen Merkmalen untersucht.[966] Die zuletzt veröffentlichte Nationale Verzehrstudie ist im Jahr 2008 erschienen.[967] Darüber hinaus ermitteln (Korolkow, 2015) und (Forbrig, Fischer, & Heinz, 2020) das Sammelaufkommen von Bekleidung und Textilien. Zur Berechnung des Sammelaufkommens wird in den Studien zunächst die Inlandverfügbarkeit von Bekleidung und Textilien in Tonnen pro Jahr berechnet, welche auf Basis der Inlandproduktion und der privaten sowie der illegalen Einfuhr berechnet wird.[968] Diese Methode lässt sich nicht im Rahmen von SPaCiH auf das gesamte Konsumaufkommen übertragen, da zum einen Statistiken zur Nettoerzeugung (in Tonnage) fehlen bzw. die Produktionsstatistiken nur teilweise die Produktionsmengen in Tonnage erfassen. So müssten für zahlreiche Güterarten, die lediglich in Stück oder anderen Einheiten angeben werden, durch Multiplikation mit einem Referenzgewicht die produzierte Tonnage zunächst berechnet werden. Die Ermittlung der Referenzgewichte bedarf einer Kooperation mit Praxispartnern aus dem produzierenden Gewerbe, bei der zahlreiche Referenzteile zunächst verwogen werden müssen, um anschließend die Durchschnittsgewichte berechnen zu können. Darüber hinaus sind nicht alle produzierten Güter für den Konsum bestimmt, wodurch z.B. die Anteile der Verschwendungen oder industrielle Verwertungen (Vorleistungen) ermittelt werden müssten.[969] Da im Rahmen dieses Projektes bestehende Ansätze nicht adaptiert werden können und alle Konsumgüter berücksichtigt werden sollen, wird zur Ermittlung des gesamten Konsumaufkommens von privaten Haushalten ein eigener Ansatz verfolgt, der auf der Systematik und auf Statistiken zur Berechnung des Verbraucherpreisindexes basiert. Die notwendige Datengrundlage entstammen folgender Datenquellen:

Einkommens- und Verbraucherstichprobe (EVS, 2018) mit dem Erhebungsteil „Feinaufzeichnungsheft“: Dieser Erhebungsteil enthält die Konsumausgaben und -mengen privater Haushalte für Nahrungsmittel, Getränke und Tabakwaren. Für das Erhebungsjahr 2018 beträgt die Stichprobengröße 10.562 Haushalte, welche auf die Grundgesamtheit von rund 41 Millionen Haushalte hochgerechnet wurden.[970]

Laufende Wirtschaftsrechnungen (LWR, 2019) mit dem Erhebungsteil „Haushaltsbuch“: Diese Erhebung enthält die Ergebnisse zu den Einnahmen, Ausgaben und den Konsumausgaben der privaten Haushalte

[964] (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2021).
[965] (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2021).
[966] (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2021) und (Max-Ruber-Institut, 2021).
[967] (Max-Ruber-Insitut, 2008).
[968] (Korolkow, 2015, S. 26 ff.) und (Forbrig, Fischer, & Heinz, 2020, S. 7 ff.).
[969] (Forbrig, Fischer, & Heinz, 2020, S. 3) und (Statistisches Bundesamt, 2013).
[970] (Statistisches Bundesamt, 2021, S. 5).

für das Erhebungsjahr 2019. Die Stichprobe umfasst 7.497 Haushalte, welche auf die Grundgesamtheit von 38 Millionen Haushalte hochgerechnet wurden.[971]

Studie zum Konsumverhalten von Textilien (2020): Diese Studie berechnet die Inlandsproduktion und -verfügbarkeit sowie das Sammelaufkommen von Textilien für das Bezugsjahr 2018.[972]

Analog zur EVS (2018) und zur LWR (2019) wird zur Klassifikation der Konsummengen privater Haushalte das Systematische Verzeichnis der Einnahmen und Ausgaben der privaten Haushalte, Ausgabe 2013 (SEA 2013) verwendet[973]. Die SEA (2013) basiert auf der „Classification of Individual Consumption by Purpose" (COICOP) der Vereinten Nationen und unterscheidet folgende Hierarchieebenen: Abteilungen (Zweisteller), Gruppen (Dreisteller), Klassen (Viersteller), Unterklassen (Fünfsteller), Kategorien (Sechssteller) und Unterkategorien (Siebensteller). Des Weiteren inkludiert die SEA 2013 u.a. eine Klassifikation der Verwendungszwecke des Individualkonsums. Diese Klassifikation enthält die Konsumausgaben der privaten Haushalte (Abteilungen 01 bis 12), der privaten Organisationen ohne Erwerbszweck (Abteilung 13) sowie des Staates (Abteilung 14).[974] Im Rahmen dieses Projektes liegt der Fokus auf dem Konsum von privaten Haushalten, weshalb die Abteilungen 01 bis 12 der SEA 2013 betrachtet werden. Tabelle 7-1 zeigt die einzelnen Abteilungen sowie die Zuordnung der Quellen zu den Abteilungen, auf deren Basis die Konsummengen der Abteilungen abgeschätzt werden.

Abteilung	Bezeichnung	Quelle	Studie
01	Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke	(Statistisches Bundesamt, 2021)	EVS (2018)
02	Alkoholische Getränke, Tabakwaren und Drogen		
03	Bekleidung und Schuhe	(Forbrig, Fischer, & Heinz, 2020)	Textilstudie (2018)
04	Wohnung, Wasser, Strom, Gas u.a. Brennstoffe	(Statistisches Bundesamt, 2020)	LWR (2019)
05	Einrichtungsgegenstände, Apparate, Geräte und Ausrüstungen für den Haushalt (einschl. Reparatur)		
06	Gesundheit		
07	Verkehr		
08	Post und Telekommunikation		
09	Freizeit, Unterhaltung und Kultur		
10	Bildungswesen		
11	Gaststätten- und Beherbergungsdienstleistungen		
12	Andere Waren und Dienstleistungen		

Tabelle 8-4: Zuordnung der verwendeten Quellen zu den Abteilungen der SEA (2013)

Die EVS (2018) mit dem Erhebungsteil „Feinaufzeichnungsheft" gibt für die Abteilungen 01 und 02 neben den Konsumausgaben überwiegend auch die Konsummengen für Nahrungsmittel, Getränke und Tabakwaren in verschiedenen Mengeneinheiten wie Kilogramm, Gramm, Liter oder Stück an. Die Ergebnisse der EVS (2018) wurden durch das (Statistisches Bundesamt, 2021) veröffentlicht und stellen die Konsumausgaben und -mengen vollständig bis auf 5-Steller-Ebene dar – teilweise auch auf 6- bzw. 7-Steller-Ebene. Die erhobenen Angaben werden je Monat und Haushalt ausgewiesen. Da das Konsumaufkommen als Gewicht ermittelt werden soll, müssen die Konsumgüter, welche in Liter oder Stück angegeben werden, in eine Gewichtseinheit umgerechnet werden. Für Angaben in Liter wird die Annahme getroffen, dass ein Liter ein Kilogramm entspricht und für Angaben in Stück wurde ein typisches Referenzgewicht ermittelt und mit der Stückanzahl multipliziert. Des Weiteren wurde für die Konsumgüter, welche lediglich Konsumausgaben je Monat und Haushalt und keine Konsummengen aufweisen, in Online-Shops von Lebensmittelhändlern ein Referenzprodukt ausgewählt, ein Preis je

[971] (Statistisches Bundesamt, 2020, S. 4).
[972] (Forbrig, Fischer, & Heinz, 2020).
[973] (Statistisches Bundesamt, 2013).
[974] (Statistisches Bundesamt, 2013, S. S. 3, 10,16)

Menge (€/kg oder €/g) identifiziert, und anschließend mittels dieses Verhältnisses die Konsumausgaben in eine Gewichtseinheit umgerechnet. Auf die Auswahl von mehreren Referenzprodukten und anschließender Ermittlung eines Durchschnittspreises und -gewichtes wurde aufgrund des hohen Aufwands verzichtet. Es wurde versucht ein Referenzprodukt auszuwählen, welches eine mittlere Qualität aufweist und in einer hohen Menge abgesetzt wird. Die Konsummengen für die Abteilung 03 „Bekleidung und Schuhe“ wurden aus der Textilstudie (2018) übernommen. Je Konsument werden pro Jahr rund 60 Kleidungsstücke gekauft. Bei einem Durchschnittsgewicht von 0,3 kg je Kleidungsstück, ergibt das für die Abteilung 03 eine Konsumenge von 18 kg pro Jahr und Person. Abgeleitet davon beläuft sich die Konsummenge auf 3 kg je Haushalt[975] und Monat.[976] Die Ableitung der Konsummengen für die Abteilungen 04 bis 12 erfolgt über die LWR (2019), welche lediglich die Konsumausgaben je Haushalt und Monat angibt. Die EVS (2018) erhebt zwar auch die Konsumausgaben der Abteilungen 04 bis 12, jedoch werden die Ergebnisse der LWR (2019) auf 3- bzw. 4-Steller-Ebene veröffentlicht. Die Ergebnisse der EVS werden dagegen nur auf 2-Steller-Ebene[977] veröffentlicht, weshalb sich im Rahmen der Warenkorb-Analyse für die LWR (2019) entschieden wurde, da die Abschätzung der Konsummengen mit dem Vorliegen von tieferen Hierarchieebenen einfacher wird. Für alle Konsumgüter (3-/4-Steller) in den betrachteten Abteilungen wurde versucht unter Berücksichtigung der SEA (2013) zwischen eins bis vier konkrete Referenzprodukte auszuwählen. Die SEA (2013) unterteilt die Konsumgüter in Verbrauchsgüter, kurz- und langfristige Gebrauchsgüter sowie Dienstleistungen. Bei der Ableitung der Konsummengen wurde die Betrachtung von als Dienstleistungen klassifizierten Konsumgütern ausgeschlossen, da diese bei der urbanen Städteversorgung nicht zu einem physischen Transport führen. Für die je Konsumgut ausgewählte Menge an Referenzprodukten wurde ein durchschnittlicher Produktpreis und -gewicht in den entsprechenden Online-Shops von marktführenden Unternehmen recherchiert. Auf Basis des ermittelten Verhältnisses aus Preis und Gewicht der Referenzprodukte (Durchschnittswert) wurden die gegebenen Konsumausgaben für die entsprechenden Konsumgüter in Konsummengen (kg) umgerechnet.

Anschließend werden die ermittelten Konsummengen, welche in Kilogramm je Monat und Haushalt vorliegen, in eine Palettenanzahl je Monat und Einzugsgebiet überführt. Der Ansatz zur Bestimmung der Palettenanzahl basiert auf einer Statistik („Verkehr deutscher Lastkraftwagen“) des Kraftfahrtbundesamtes (KBA), welche die Klassifikation „NST 2007“ nutzen978. Deshalb müssen die einzelnen Konsumgütergruppen, die nach der SEA 2013 klassifiziert sind, zunächst den entsprechenden Abteilungen der NST 2007 zugeordnet werden. Unter Berücksichtigung von (Statistisches Bundesamt, 2008) wird die Zuordnung vollzogen. Anschließend wurde mittels der Statistik „Verkehr deutscher Lastkraftfahrzeuge“ – Erhebungsteil Güterbeförderung (2019) – für jede NST-2007-Abteilung eine spezifische Palettenlast berechnet. Bei der Berechnung wurde aufgrund des hohen durchschnittlichen Ladevermögens je Fahrt die Annahme getroffen, dass jede Lkw-Lastfahrt voll ausgelastet ist, und 34 Europaletten geladen hat. Mit den ermittelten Konsummengen (zugeordnet nach NST 2007) und der spezifischen Palettenlast je NST-2007-Abteilung in Verbindung mit der Anzahl der Haushalte kann die Palettenanzahl für die kreisfreie Stadt Krefeld und den Kreis Wesel bestimmt werden. Die Konsummengen der kreisfreien Stadt Krefeld (119.000 Privathaushalte) und des Kreises Wesel (219.000 Privathaushalte[979]) berechnen sich auf Basis folgender Formel:

[975] Die EVS (2018) und die LWR (2019) weisen im Durchschnitt 2 Personen je Haushalt auf (siehe (Statistisches Bundesamt, 2021) und (Statistisches Bundesamt, 2020)).

[976] (Forbrig, Fischer, & Heinz, 2020, S. 8) und (BUND - Bund für Umwelt und Naturschutz, März 2021).

[977] Dies trifft auf die Abteilungen 03 bis 12 zu. Die Abteilungen 01 und 02 werden im Rahmen des Feinaufzeichnungsheftes auf tieferen Hierarchieebenen veröffentlicht.

[978] (Kraftfahrt-Bundesamt, 2021).

[979] Datenquelle Haushalte: IT.NRW, Privathaushalte nach Haushaltsgrößen (5) - kreisfreie Städte und Kreise – Jahr 2019, Abrufdatum: 12.01.2022; Datenlizenz by-2-0.

$$Konsummenge_{Stadt/Kreis} = Konsummenge_{Haushalt} * n_{Haushalte}$$

Bei der Verwendung und Interpretation des beschriebenen Ansatzes zur Abschätzung der Konsummengen müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Die verwendeten Erhebungen (Statistisches Bundesamt, 2021), (Forbrig, Fischer, & Heinz, 2020) und (Statistisches Bundesamt, 2020) unterscheiden sich in ihren Erhebungsjahren. Bei der Aggregation der einzelnen Konsummengen muss deshalb berücksichtigt werden, dass die Nachfrage dynamisch ist und sich von Jahr zu Jahr unterscheidet. Dies begründet sich z.B. durch ein sich änderndes Angebot, das Einkommen der Privathaushalte oder die Inflationsrate.
- Um aus den Erhebungen (Statistisches Bundesamt, 2021) und (Statistisches Bundesamt, 2020) die Konsummengen abzuschätzen, wurden teilweise oder komplett ein oder mehrere Referenzprodukte ausgewählt. Anschließend wurde über die ermittelten Preise und Gewichte der Referenzprodukte in Verbindung mit den Konsumausgaben je Haushalt ein Konsumgewicht abgeleitet. Die Erhebungsjahre der Konsumausgaben basieren auf den Jahren 2018 und 2019 und richtet sich nach dem gegenwärtigen Angebot und Nachfrage. Die Ermittlung der Preise und Gewichte der Referenzprodukte erfolgte über Online-Shops im Jahr 2021. D.h. die abgeleitete Konsummenge könnte verfälscht sein, da nicht auf die Preise und Gewichte der Referenzprodukte aus den Erhebungsjahren zurückgegriffen wurde konnte.
- Bei der Abschätzung der Konsummengen für „Nahrungsmittel, Getränke und Tabakwaren“ konnten überwiegend die Konsummengen aus (Statistisches Bundesamt, 2021) übernommen werden. Jedoch wurde die 7-Steller-Ebene nur teilweise veröffentlicht bzw. wurden bei manchen Konsumgütern auf 5-Steller-Ebene nur die Konsumausgaben veröffentlicht. Die Abschätzung der Konsummengen für diese Konsumgüter erfolgte entweder über Durchschnittswerte von ähnlichen Konsumgüterarten oder über die Ermittlung von Preisen und Gewichten von ausgewählten Referenzprodukten in Online-Shops. Bei der Auswahl von Referenzprodukten in Online-Shops wurde versucht ein Produkt zu wählen, dass eine mittlere Qualität aufweist und häufig abgesetzt wird. Es lässt sich keine Aussage treffen, inwiefern die ausgewählten Referenzprodukte repräsentativ sind. Dieses Vorgehen (Referenzprodukte und Durchschnittswerte) kann zu einer Verzerrung der tatsächlichen Konsummengen führen.
- Bei der Abschätzung der Konsummengen für die Abteilungen 04 bis 12 wurden in (Statistisches Bundesamt, 2020) lediglich die Konsumausgaben veröffentlicht. Da die Konsumausgaben nur auf 3- bzw. 4-Steller-Ebene vorliegen, wurde zwischen ein bis vier Referenzprodukte je 3- bzw. 4-Steller ausgewählt, für welche anschließend in Online-Shops ein Preis und Gewicht ermittelt worden ist. Inwiefern repräsentative Referenzprodukte identifiziert und repräsentative Preise und Gewichte bestimmt worden sind, lässt sich nicht beurteilen. Dies kann zu einer Verzerrung bei der Abschätzung der Konsummengen führen.
- Es muss beachtet werden, dass die Konsumausgaben für den Individualkonsum von Privathaushalten nicht dem tatsächlichen Konsum entsprechen. Zum einen sind gekaufte Güter öfters Vorleistungen, die durch weitere Be- und Verarbeitung im Haushalt einen höheren Wert und eine andere Form erhalten. Zum anderen sind nicht alle gekauften Güter für den Eigenbedarf bestimmt (Geschenke, Einladungen zum Essen, Sachspenden). Zudem muss berücksichtigt werden, dass der Einkauf und der tatsächliche Verbrauch von Konsumgütern nicht zum selben Zeitpunkt erfolgen. Weitere Aspekte sind: Verbrauch von Waren und Dienstleistungen aus dem eigenen Geschäft, Eigenproduktion von Lebensmitteln (z.B. Gartenanbau) oder Erhalt von Waren und Dienstleistungen von anderen Sektoren (z.B. Staat).[980]

[980] (Statistisches Bundesamt, 2013, S. S. 11).

- Die in dieser Arbeit ermittelten Konsummengen für die Abteilungen 01 „Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke“ und 021 „Alkoholische Getränke“ basieren auf die erhobenen Konsummengen der Einkommens- und Verbraucherstichprobe (EVS). Die EVS ermittelt Mengen und Ausgaben von Gütern, die durch Privathaushalte gekauft werden. Zur Validierung der ermittelten Konsummengen wurden die Abteilungen 01 „Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke“ und 021 „Alkoholische Getränke“ mit der Nationale Verzehrstudie (NVS) verglichen (siehe Tabelle 8-5). Es zeigt sich, dass die NVS immer zu einer Überschätzung führt. Dies begründet sich darin, dass bei der NVS das Gewicht der unmittelbaren verzehrten Nahrungsmittel wird und bei der EVS das Gewicht der Konsumgüter zum Kaufzeitpunkt erhoben wird. Das Gewicht der gekauften Güter entspricht aufgrund von weitere Be- und Verarbeitung im Haushalt nicht dem Gewicht der verzehrten Güter (siehe vorherigen Punkt). Zwischen den ermittelten Konsummengen auf Basis der EVS und der NVS ergeben sich insgesamt Abweichungen von über 122 kg pro Monat und Haushalt. Der Großteil der Abweichungen (knapp 100 kg) entstehen bei den alkoholfreien Getränken, welche sich überwiegend durch das Trinken und Hinzufügen von Leitungswasser erklären. Insgesamt betrachtet scheinen die ermittelten Konsummengen für die Abteilungen 01 und 021 plausibel zu sein.
- Auch die Validität der ermittelten Konsummengen der Abteilung 03 „Bekleidung und Schuhe“ ist gegeben, da die diese in (Forbrig, Fischer, & Heinz, 2020) geprüft und bestätigt wird.[981]
- Dagegen kann die Validität der Abteilungen 04 „Wohnen, Energie, Wohnungsinstandhaltung“ bis 12 „Andere Waren und Dienstleistungen“ nicht beurteilt werden da Referenzstudien dieser Konsumgüter fehlen. Im Rahmen von zukünftigen Forschungsprojekten sollte durch Haushaltsbefragungen oder der Kooperation mit Praxispartner aus dem Handelssegment die Plausibilität der Konsummengen geprüft werden. Speziell durch die Zusammenarbeit mit Praxispartnern können die Gewichte von repräsentative Referenzprodukten bestimmt und Durchschnittsgewichte ermittelt werden, sodass anschließend über die Konsumausgaben und den Durchschnittsgewichten eine valide Konsummenge bestimmt werden kann.

[981] (Forbrig, Fischer, & Heinz, 2020, S. 9, 10).

Ermittelte Konsummengen auf Basis der EVS			Nationale Verzehrstudie (NVS)[982]		
SEA	Bezeichnung	Menge (g/Monat* Haushalt)	Bezeichnung	Menge (g/Monat* Haushalt)[983]	Abweichung (g/Monat* Haushalt)
0111	Brot und Getreideerzeugnisse	11.155,63	Brot, Backwaren, Getreide und Getreideerzeugnissen sowie daraus hergestellten Gerichten	16.560,00	5.404,37
0112	Fleisch und Fleischwaren	5.550,00	Fleisch, Wurstwaren und Fleischerzeugnissen sowie daraus hergestellten Gerichten	7.290,00	1.740,00
0113	Fisch, Fischwaren und Meeresfrüchte	728,75	Fisch, Fischerzeugnissen und Krustentieren sowie daraus hergestellten Gerichten	1.560,00	831,25
0114	Molkereiprodukte und Eier	15.483,27	Milch, Milcherzeugnissen und Käse sowie daraus hergestellten Gerichten; Eiern sowie daraus hergestellten Gerichten	16.410,00	926,73
0115	Speisefette und Speiseöle	1.582,00	Fette	1.470,00	112,00
0116	Obst	9.759,37	Obst, Obsterzeugnissen (ohne Saft) und Trockenobst; Nüsse und Samen	15.450,00	5.690,63
0117	Gemüse, Kartoffeln	15.369,31	Gemüse, Gemüseerzeugnissen und Gerichten auf Basis von Gemüse; Kartoffeln und Kartoffelerzeugnissen und Gerichten auf Basis von Kartoffeln	18.780,00	3.410,69
0118	Zucker, Konfitüre, Schokolade und Süßwaren	3.009,84	Süßwaren	3.090,00	80,16
0119	Nahrungsmittel, a.n.g.	1.614,08	Suppen und Eintöpfen; Soßen und würzende Zutaten	6.690,00	5.075,92
012	Alkoholfreie Getränke	40.994,00	alkoholfreien Getränken	139.080,00	98.086,00
021	Alkoholische Getränke	10.800,00	alkoholischen Getränken	11.670,00	870,00
keine Zuordnung			Knabberartikel	390,00	\
keine Zuordnung			Sonstiges	150,00	\
Gesamt		**116.046,25**	**Gesamt**	**238.590,00**	**122.543,75**

Tabelle 8-5: Vergleich zwischen ermittelten Konsummengen auf Basis der EVS und den Ergebnissen der NVS

[982] (Max-Ruber-Institut, 2021).

[983] Werte wurden wie folgt berechnet: a) Berechnung des Durchschnitts der verzehrten Mengen von Frauen und Männer pro Tag; b) Hochrechnung der Konsummengen pro Haushalt (im Durchschnitt befinden sich zwei Personen pro Haushalt); c) Hochrechnung der Konsummengen pro Haushalt für den gesamten Monat (Multiplikation mit 30 Tagen).

8.7 Güterverkehrsaufkommen nach Verflechtungsmatrix

8.7.1 NST2007 Güterabteilungen und Gütergruppen

Bezeichnung	NST2007 Güter-abteilung	Gütergruppen in Verflechtungs-prognose 2030
Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd und Forstwirtschaft; Fische und Fischereierzeugnisse	01	010
Steinkohle	02	021
Braunkohle		022
Erdöl und Erdgas		023
Erze	03	031
Düngemittel		032
Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse		033
Nahrungs- und Genussmittel	04	040
Textilien und Bekleidung; Leder und Lederwaren	05	050
Holz sowie Holz-, Kork- und Flechtwaren, Pappe, Papier etc.	06	060
Koks	07	071
Mineralölerzeugnisse		072
Chemische Erzeugnisse und Chemiefasern; Gummi- und Kunststoffwaren; Spalt- und Brutstoffe	08	080
Sonstige Mineralerzeugnisse	09	090
Metalle und Halbzeug daraus; Metallerzeugnisse, ohne Maschinen	10	100
Maschinen und Ausrüstungen; Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen; etc.	11	110
Fahrzeuge	12	120
Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren und sonstige Erzeugnisse	13	130
Sekundärrohstoffe; kommunale Abfälle und sonstige Abfälle	14	140
Post, Pakete	15	150
Geräte und Material für die Güterbeförderung	16	160
Im Rahmen Umzügen beförderte Güter	17	170
Sammelgut: eine Mischung verschiedener Arten von Gütern, die zusammen befördert werde	18	180
Nicht identifizierbare Güter: Güter, die sich aus irgendeinem Grund nicht genau bestimmen lassen und daher nicht den Gruppen 01-16 zugeordnet werden können	19	190
Sonstige Güter	20	200

Tabelle 8-6: Zusammenfassung von NST2007 Güterabteilungen und Gütergruppen[984]

[984] (Schubert, Kluth, Nebauer, & Ratzenberger, 2014).

8.7.2 Güterverkehrsaufkommen 2030 nach Krefeld und nach Wesel in Tonnen

Tonnen (HL)	Ziel Krefeld				Ziel Kreis Wesel			
	Lkw	Schiene	Schiff	Summe	Lkw	Schiene	Schiff	Summe
Braunkohle	2.657			2.657	43.017			43.017
Chemische Erzeugnisse	856.453	532.383	1.005.981	2.394.817	990.425	515.051	236.967	1.742.443
Düngemittel	15.679		78.913	94.592	76.692	2	251	76.945
Erdöl und Erdgas	1.233		24.426	25.659	1.387	5.288	56	6.731
Erze	8.903		80.232	89.135	1.503		460.455	461.958
Fahrzeuge	159.083	8.056	1.191	168.330	255.446	472	689	256.607
Geräte und Material für Güterbeförderung	319.852	4.717	8.500	333.069	315.332	462	117.332	433.126
Gutart unbekannt	120.544	276.594	166.461	563.599	123.721	4.983	16.774	145.478
Holz und Kork, Papier, Pappe, Druckerz.	362.900	815	1.407	365.122	410.515	864.131	409.729	1.684.375
Koks	489	165	20.483	21.137	3	8.199	39.995	48.197
Land- und forstwirtschaftliche Erzeugn.	241.851	297.270	695.961	1.235.082	620.487		48.555	669.042
Maschinen und Geräte, opt. Erz., Uhren	165.812	1.200	2.164	169.176	322.049	481	1.832	324.362
Metalle und Halbzeug	659.979	512.890	63.808	1.236.677	717.885	345.933	124.471	1.188.289
Mineralölerzeugnisse	113.696	8.548	40.547	162.791	126.466	124.766	747.896	999.128
Möbel, Schmuck, Musikinst., Sport, Spiel	46.782	406	2.443	49.631	120.313	61	2.480	122.854
Nahrungs- und Genussmittel	1.318.705	3.702	195.355	1.517.762	1.783.341	47	54.248	1.837.636
Post, Pakete	128.599			128.599	132.439			132.439
Sammelgut	339.103	10	3.294	342.407	297.652	28	13.177	310.857
Sekundärrohstoffe, Abfälle	1.476.863	225.186	174.898	1.876.947	1.774.710	67	12.749	1.787.526
Sonstige Mineralerzeugnisse	882.300	66.935	38.783	988.018	1.118.012	3.851	18.211	1.140.074
Steine und Erden, sonstige Bergbauerz.	1.919.089	161	160.703	2.079.953	6.222.132	317.199	25.964	6.565.295
Steinkohle					414	954.597	1.461.377	2.416.388
Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren	76.685	2.248	844	79.777	60.538	96	1.771	62.405
Umzugsgut, sonst. nichtmarktbest. Güter	161.743	3	65	161.811	159.389	16	319	159.724
Summe	9.379.000	1.941.289	2.766.459	14.086.748	15.673.868	3.145.730	3.795.298	22.614.896

Tabelle 8-7: Güterverkehrsaufkommen 2030 nach Krefeld und nach Wesel in Tonnen

8.7.3 Güterverkehrsaufkommen 2030 von Krefeld und Wesel in Tonnen

Tonnen (HL)	Start Krefeld				Start Kreis Wesel			
	Lkw	Schiene	Schiff	Summe	Lkw	Schiene	Schiff	Summe
Braunkohle	683			683				
Chemische Erzeugnisse	1.744.455	179.103	300.116	2.223.674	1.379.917	225.365	76.142	1.681.424
Düngemittel	28.942		1.271	30.213	32.782		3923	36.705
Erdöl und Erdgas	991		1.314	2.305	7.041		18	7.059
Erze	10.588	173	4.725	15.486	2.982	449199	4.320	456.501
Fahrzeuge	166.524	4.321	1.588	172.433	205.251	856	261	206.368
Geräte und Material für Güterbeförderung	284.388	489	5.156	290.033	355.421	80	10.278	365.779
Gutart unbekannt	122.904	331.248	159.751	613.903	116.312	1.299	2.092	119.703
Holz und Kork, Papier, Pappe, Druckerz.	247.704	339	8.072	256.115	296.652	353.607	584.032	1.234.291
Koks	478	2782	34.612	37.872	1102	17.029	31.807	49.938
Land- und forstwirtschaftliche Erzeugn.	303.451	371	71.427	375.249	694.818	3	4.524	699.345
Maschinen und Geräte, opt. Erz., Uhren	185.970	720	6.985	193.675	273.168	494	3.695	277.357
Metalle und Halbzeug	854.957	486.154	7.338	1.348.449	502.220	197.009	12.363	711.592
Mineralölerzeugnisse	56.470	6.281	8.456	71.207	266.848	7.266	64.170	338.284
Möbel, Schmuck, Musikinst., Sport, Spiel	43.616	834	2.556	47.006	68.772	1	180	68.953
Nahrungs- und Genussmittel	1.392.863	3.973	43.830	1.440.666	2.065.537	1839	296.989	2.364.365
Post, Pakete	131.981			131.981	156.010			156.010
Sammelgut	349.504		253	349.757	354.535		312	354.847
Sekundärrohstoffe, Abfälle	1.429.709	78.130	38.344	1.546.183	1.545.834	66316	26.253	1.638.403
Sonstige Mineralerzeugnisse	931.970	4.328	27.077	963.375	1.078.007	232.329	124.747	1.435.083
Steine und Erden, sonstige Bergbauerz.	1.785.760	28	9.174	1.794.962	10.368.367	31.495	7.035.284	17.435.146
Steinkohle					801	1.199.664	1.216.590	2.417.055
Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren	60.404	13	1852	62.269	40.539	3	339	40.881
Umzugsgut, sonst. nichtmarktbest. Güter	134.661		13	134.674	175.422	1	17	175.440
Summe	10.268.973	1.099.287	733.910	12.102.170	19.988.338	2.783.855	9.498.336	32.270.529

Tabelle 8-8: Güterverkehrsaufkommen 2030 von Krefeld und von Wesel in Tonnen

8.7.4 Güterverkehrsaufkommen 2030 Krefeld und Wesel in Tonnen insgesamt

Tonnen (HL)	Krefeld				Wesel			
	Lkw	Schiene	Schiff	Summe	Lkw	Schiene	Schiff	Summe
Braunkohle	3.340	0	0	3.340	43.017	0	0	43.017
Chemische Erzeugnisse	2.600.908	711.486	1.306.097	4.618.491	2.370.342	740.416	313.109	3.423.867
Düngemittel	44.621	0	80.184	124.805	109.474	2	4.174	113.650
Erdöl und Erdgas	2.224	0	25.740	27.964	8.428	5.288	74	13.790
Erze	19.491	173	84.957	104.621	4.485	449.199	464.775	918.459
Fahrzeuge	325.607	12.377	2.779	340.763	460.697	1.328	950	462.975
Geräte und Material für Güterbeförderung	604.240	5.206	13.656	623.102	670.753	542	127.610	798.905
Gutart unbekannt	243.448	607.842	326.212	1.177.502	240.033	6.282	18.866	265.181
Holz und Kork, Papier, Pappe, Druckerz.	610.604	1.154	9.479	621.237	707.167	1.217.738	993.761	2.918.666
Koks	967	2.947	55.095	59.009	1.105	25.228	71.802	98.135
Land- und forstwirtschaftliche Erzeugn.	545.302	297.641	767.388	1.610.331	1.315.305	3	53.079	1.368.387
Maschinen und Geräte, opt. Erz., Uhren	351.782	1.920	9.149	362.851	595.217	975	5.527	601.719
Metalle und Halbzeug	1.514.936	999.044	71.146	2.585.126	1.220.105	542.942	136.834	1.899.881
Mineralölerzeugnisse	170.166	14.829	49.003	233.998	393.314	132.032	812.066	1.337.412
Möbel, Schmuck, Musikinst., Sport, Spiel	90.398	1.240	4.999	96.637	189.085	62	2.660	191.807
Nahrungs- und Genussmittel	2.711.568	7.675	239.185	2.958.428	3.848.878	1.886	351.237	4.202.001
Post, Pakete	260.580	0	0	260.580	288.449	0	0	288.449
Sammelgut	688.607	10	3.547	692.164	652.187	28	13.489	665.704
Sekundärrohstoffe, Abfälle	2.906.572	303.316	213.242	3.423.130	3.320.544	66.383	39.002	3.425.929
Sonstige Mineralerzeugnisse	1.814.270	71.263	65.860	1.951.393	2.196.019	236.180	142.958	2.575.157
Steine und Erden, sonstige Bergbauerz.	3.704.849	189	169.877	3.874.915	16.590.499	348.694	7.061.248	24.000.441
Steinkohle	0	0	0	0	1.215	2.154.261	2.677.967	4.833.443
Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren	137.089	2.261	2.696	142.046	101.077	99	2.110	103.286
Umzugsgut, sonst. nichtmarktbest. Güter	296.404	3	78	296.485	334.811	17	336	335.164
Summe	19.647.973	3.040.576	3.500.369	26.188.918	35.662.206	5.929.585	13.293.634	54.885.425

Tabelle 8-9: Güterverkehrsaufkommen 2030 Krefeld und Wesel in Tonnen insgesamt

8.7.5 Verkehrsgütermatrix von und nach Stadt Krefeld

	2030 (Prognose)	Quelle							
	Distributionsebene	Mikrobewe-gungen	Urbane Bewegungen	Regionale Bewegungen		Überregionale Bewegungen			
	Gebiet	Quartier in KR	City KR	Region KR	NRW-ohne-KR incl. Seidenstraße/ DU	Deutsche Seehäfen (Hamburg, Bremen, ...)	D-ohne-NRW	Ausland	Ausländische Seehäfen (insbes. ZARA)
Ziel	Quartier in KR								
	City KR		Lkw: 1.608.948 t						
			Bahn: 75.878 t						
			Schiff: - t						
	Region KR				Lkw: 5.441.297 t	Lkw: 130.009 t	Lkw: 1.529.411 t	Lkw: 1.413.105 t	Lkw: 334.211 t
					Bahn: 962.690 t	Bahn: 39.099 t	Bahn: 181.185 t	Bahn: 633.341 t	Bahn: 49.096 t
					Schiff: 638.569 t	Schiff: 32.077 t	Schiff: 384.547 t	Schiff: 1.258.242 t	Schiff: 453.024 t
	NRW-ohne-KR incl. Seidenstraße/ DU			Lkw: 5.911.464 t					
				Bahn: 546.582 t					
				Schiff: 119.006 t					
	Deutsche Seehäfen (Hamburg, Bremen, ...)			Lkw: 43.534 t					
				Bahn: 9.291 t					
				Schiff: 2.591 t					
	D-ohne-NRW			Lkw: 1.834.544 t					
				Bahn: 128.856 t					
				Schiff: 57.584 t					
	Ausland			Lkw: 1.891.194 t					
				Bahn: 296.929 t					
				Schiff: 263.035 t					
	Ausländische Seehäfen (insbes. ZARA)			Lkw: 215.319 t					
				Bahn: 41.751 t					
				Schiff: 291.694 t					

Tabelle 8-10: Verkehrsgütermatrix von & nach Stadt Krefeld

8.7.6 Verkehrsgütermatrix von und nach Kreis Wesel

	2030 (Prognose)	Quelle							
	Distributionsebene	Mikrobewe-gungen	Urbane Bewegungen	Regionale Bewegungen		Überregionale Bewegungen			
	Gebiet	Quartier in WES	City WES	Region WES	NRW-ohne-KR incl. Seidenstraße/ DU	Deutsche Seehäfen (Hamburg, Bremen, ...)	D-ohne-NRW	Ausland	Ausländische Seehäfen (insbes. ZARA)
Ziel	Quartier in KR								
	City KR								
	Region KR			Lkw: 6.030.303 t	Lkw: 6.911.300 t	Lkw: 132.866 t	Lkw: 1.609.039 t	Lkw: 1.330.150 t	Lkw: 610.479 t
				Bahn: 329.194 t	Bahn: 177.190 t	Bahn: 14.242 t	Bahn: 872.666 t	Bahn: 1.029.579 t	Bahn: 722.859 t
				Schiff: 6.697 t	Schiff: 256.309 t	Schiff: 15.361 t	Schiff: 340.786 t	Schiff: 680.442 t	Schiff: 2.495.703 t
	NRW-ohne-KR incl. Seidenstraße/ DU			Lkw: 10.838.029 t					
				Bahn: 807.186 t					
				Schiff: 1.751.953 t					
	Deutsche Seehäfen (Hamburg, Bremen, ...)			Lkw: 121.533 t					
				Bahn: 99.905 t					
				Schiff: 8.538 t					
	D-ohne-NRW			Lkw: 2.101.910 t					
				Bahn: 436.994 t					
				Schiff: 251.870 t					
	Ausland			Lkw: 1.895.918 t					
				Bahn: 826.138 t					
				Schiff: 5.670.168 t					
	Ausländische Seehäfen (insbes. ZARA)			Lkw: 182.225 t					
				Bahn: 284.438 t					
				Schiff: 1.809.110 t					

Tabelle 8-11: Verkehrsgütermatrix von & nach Kreis Wesel

8.7.7 Verkehrsgütermatrix von und nach NRW

	2030 (Prognose)	Quelle						Transit-Verkehre	
	Gebiet	NRW	Deutsche Seehäfen (Hamburg, Bremen, ...)	Ausländische Seehäfen (insbes. ZARA)	D-ohne-NRW	D ohne Seehäfen	Ausland	Transit NRW	Transit D
Ziel	NRW	Lkw: 449.154.261 t	Lkw: 8.160.164 t	Lkw: 15.272.823 t	Lkw: 110.909.569 t		Lkw: 60.433.126 t		
		Bahn: 33.675.315 t	Bahn: 4.873.024 t	Bahn: 6.999.709 t	Bahn: 16.116.438 t		Bahn: 15.653.046 t		
		Schiff: 8.635.230 t	Schiff: 1.467.860 t	Schiff: 62.838.088 t	Schiff: 6.569.006 t		Schiff: 18.255.996 t		
	Deutsche Seehäfen (Hamburg, Bremen, ...)	Lkw: 4.128.962 t							
		Bahn: 3.281.698 t							
		Schiff: 557.847 t							
	Ausländische Seehäfen (insbes. ZARA)	Lkw: 10.710.889 t							
		Bahn: 3.667.987 t							
		Schiff: 12.237.706 t							
	D-ohne-NRW	Lkw: 125.858.145 t							
		Bahn: 19.528.873 t							
		Schiff: 7.624.075 t							
	D ohne Seehäfen								
	Ausland	Lkw: 69.767.141 t							
		Bahn: 17.489.952 t							
		Schiff: 22.715.592 t							
Transit-Verkehre	Transit NRW								
	Transit D								

Tabelle 8-12: Verkehrsgütermatrix von & nach NRW

8.8 Übersicht SPaCiH-relevante logistische Software

Service/ Plattform	Anbieter	Plattform-Art	Funktionalitäten	Spezialisierung	SCM/ Logistik Bezug?	Modalität			Geografische Ausdehnung	Kommentar	Link
						Wasser	Schiene	Straße			
Adnavem	Adnavem GmbH	Supply Chain Plattform	Control Tower; Marktplatz; Order Management; Transport Management	Logistik	ja	x	x	x	International		www.adnavem.de
AEOLIX platform	Projekt: AEOLIX – Architecture for EurOpean Logistics Information eXchange	Supply Chain Plattform	Digitaler Frachtbrief; ETA Planing; CO_2 Footprint; Port services; Identity & Authentication Management		ja	x	x	x	EU	Co-funded by the European Commission under the Horizon 2020 Programme.	aeolix.eu/aeolix-technology
Arviem	Arviem	Supply Chain Plattform		Supply Chain Visibility Platform	ja	x	x	x	International		arviem.com
AXIT à Siemens Digital Logistics	Siemens Digital Logistics GmbH	Supply Chain Plattform	Supply Chain Control Tower: SCM Planing & Optimization; SCM Excecuting; SCM Analytics		ja	x	x	x	International		siemens-digital-logistics.com
Bargelink	Bargelink GmbH	Ressourcen Plattform: Frachten-börse		Online-Marktplatz für die Binnenschiff-fahrt in Europa	ja			x	EU		cargo-platform.com
Behälter Börse	AS AGE GmbH die Behälter-börse	Ressourcen Plattform: Ladehilfs-mittel		Vermittlungs-partner für ungenutzte Transport-behälter und KLT-Systeme	ja						behaelterboerse.de/marktplatz/angebote/kunststoff-behaelter-standard
Bitrix24	Bitrix, Inc.	Verwaltungs-plattform	Kommunikations-, Dokumenten-, Projektmanagement-, CRM-, HR-Plattform	Logistik	nein				National		bitrix24.de

Service/ Plattform	Anbieter	Plattform-Art	Funktionalitäten	Spezialisierung	SCM/ Logistik Bezug?	Modalität			Geografische Ausdehnung	Kommentar	Link
						Wasser	Schiene	Straße			
BOX ID Data Intelligence Platform	BOX ID Systems GmbH	Verwaltungs-plattform	Device Management; Asset Management; Umlaufzeitenanalyse; Flussanalyse	Tracking-Devices Plattform	ja				National	Kunden in Echtzeit über den aktuellen Status ihrer Lieferungen informieren können, gebündelt auf einer Plattform.	box-id.com
Bringg Delivery Hub	Bringg	Versandplatt-form	Versand & Routenplanung; Echtzeit Tracking & Tracing	Lieferung und Fulfillment; Letze Meile Transporte	ja	x			International	Lieferung auf letzter Meile	bringg.com/product/third-party-delivery
Cargo stream	Cargo stream	Supply Chain Plattform		Supply Chain Plattform	ja	x			EU		cargostream.co/de/seite-frachtversand-und-empfang
Cargo-Bay	Cargo Bay	Ressourcen Plattform: Frachten-börse			ja	x	x		EU		cargo-bay.de
Cargo-Bee®	Cargo-Bee Solutions GmbH	Supply Chain Plattform	Frachtenmarktplatz; Payment & Finanzierung; Tracking & Tracing; Tourenplanung; digitales Dokumentenmanagement		ja	x			National		cargo-bee-solutions.com
Cargonexx	Cargonexx GmbH	Tourenpla-nungs- & Optimierungs-software	Tourenplanung; Sendungsvergabe; Track & Trace; Dashboard & Analysen		ja	x			National		cargonexx.com
Cargopedia	Cargopedia SRL	Ressourcen Plattform: Frachten-börse			ja	x				Spezialisiert auf Osteuropa	cargopedia.de
catkin	catkin GmbH	Supply Chain Softwareplatt-form	Lösungen: Logistikplattform catkin; Speditionssoftware cTRANS; KV-Planungssoftware cOPERATOR		ja	x	x				catkin.eu
checkrobin	checkrobin GmbH	Versand-plattform	Sendungsverfolgung; Office Datenimport		ja				International		checkrobin.com

Service/ Plattform	Anbieter	Plattform-Art	Funktionalitäten	Spezialisierung	SCM/ Logistik Bezug?	Modalität			Geografische Ausdehnung	Kommentar	Link
						Wasser	Schiene	Straße			
CHEP	CHEP Deutschland GmbH	Ressourcen Plattform: Ladehilfs-mittel	Pooling von Ladungsträger: Paletten, Kisten und Behälter		ja				International		www.chep.com
Clickapoint	GPSoverIP GmbH	Ressourcen Plattform: Frachten-börse & Mitfahrbörse		Güter- und Personen-verkehr	ja	x			International		clickapoint.com
Cloud4Log	BVL und GS1 Germany	Verwaltungs-plattform	Digitaler Lieferschein	Transport- und Logistik	ja	x			National		bvl-digital.de/cloud4log
Connect 4.0	DB Schenker	Ressourcen Plattform: Frachten-börse	Frachtenbuchung- und Vermittlung	Online Buchungs-plattform (Frachtenbörse)	ja	x	x	x	International	Online Buchung von Stückgutverkehr (Buchungsplattform). Richtet sich an Kunden von DB Schenker	dbschenker.com/de-de/connect/connect-4-0
crossdoxx	Develog-ment GmbH & Co. KG	Verwaltungs-plattform	Digitales Dokumenten- und Managementsystem		ja				National		develogment.com/loesungen
depot	Stiftung „Ecken wecken“	Ressourcen Plattform: digitaler Marktplatz	Vermittlung von Objekten	Regionaler Marktplatz: Überwiegend C2C aber auch B2B vorhanden z.B. für Möbel, Büros und Büroequipment	nein				Regional		leipzig.depot.social
Digitale Transport- und Logistik Plattform (DTLP)	DSC Digital Supply Chain GmbH	Supply Chain Plattform	Frachtenbörse; Tracking & Monitoring; Financial Tools; Data Storage/ Security; Business Intelligence	Datenpipeline für EU-EaEU-Regionen als Corridor as a Service (CaaS)	ja	x	x	x	EU	Aktuell noch ein Projekt	dtlp.eu
DIZZBO	DIZZBO GMBH	Ressourcen Plattform:			ja				EU		www.dizzbo.com

Service/ Plattform	Anbieter	Plattform-Art	Funktionalitäten	Spezialisierung	SCM/ Logistik Bezug?	Modalität			Geografische Ausdehnung	Kommentar	Link
						Wasser	Schiene	Straße			
		Frachten-börse									
Drive4Schenker	DB Schenker	Ressourcen Plattform: Frachten-börse	Frachtenbuchung- und Vermittlung	Online Buchungs-plattform (Frachtenbörse)	ja	x			International	Online Frachtenbörse mit primärem Ziel der Leerfahrtenvermeidung. Externe Transportunternehmen können für Schenker Lieferfahrten übernehmen, wobei über die Plattform dem Unternehmen die Fracht zugewiesen wird. Richtet sich an Transportdienstleister von Schenker.	dbschenker.com/at-de/drive4schenker/drive4schenker
Duisport Buchungsplattform	Duisburger Hafen AG	Ressourcen Plattform: Frachten-börse	Frachtenbörse; 24/7 Anfrage- und Auftragserstellung; Auftragsabwicklung; Dokumentenverwaltung und Tracking & Tracing	Buchungs-plattform	ja	x	x	x	International	Buchungsplattform des Duisburger Hafens. Wahrscheinlich lediglich eine Fokussierung auf Lieferketten die über den Duisburger Hafen verlaufen	duisport.de/buchungsplattform
EPG ONE™ Supply Chain Execution Suite	Ehrhardt + Partner GmbH & Co. KG	Supply Chain Software-plattform	Lagerführungssystem; Materialflussrechner; TMS; International Shipping; Contract and Billing; Workforcemanagement; Dockmanagement; Supply Chain Control Tower	Logistik	ja	x	x	x	International	Gesamtlösung zur Steuerung der Logistik	epg.com/logistiksoftware
FarEye	FarEye Technolo-gies, Inc.	Versand-plattform		Versand-plattform	ja	x	x	x	International		getfareye.com/products/visibility-eta
Flexport Plattform	Flexport Inc.	Supply Chain Plattform	Bestellung; Buchung; Tracking; Verzollung; Lieferung		ja	x	x	x	International		de.flexport.com/products/flexport-platform
Flutaro	Flutaro UG	Tourenpla-nungs- & Optimierungs-software	Touren und Auftragsmanagement; Stammdatenmanagement; Flottenmanagement;		ja	x			National		flutaro.de/product

Service/ Plattform	Anbieter	Plattform-Art	Funktionalitäten	Spezialisierung	SCM/ Logistik Bezug?	Modalität			Geografische Ausdehnung	Kommentar	Link
						Wasser	Schiene	Straße			
			Fahrermanagement; Auswertung und Reporting								
Forto	Forto Logistics GmbH & Co. KG	Supply Chain Plattform	Frachtenbörse; Tracking & Tracing; kollaborative Kommunikation; Dokumentenmanagement	Logistik-Plattform	ja	x	x	x	International		forto.com/de/platform
FourKites	FourKites, Inc.	Supply Chain Plattform	Realtime Visibility; Yard Management; Sustainability	Supply Chain Visibility Platform	ja	x		x	International		fourkites.com/platform
FrachtPilot	FlexFleet Solutions GmbH	Supply Chain Plattform	Buchhaltung; Liefertourenplanung; Monitoring; Rechnung	Landwirtschaft & Lebensmittel	ja	x			Regional	Software für die regionale Direktvermarktung von Lebensmitteln und Lieferdienste. Organisation der landwirtschaftlichen Direktvermarktung von der Bestellung bis zum eigenen Webshop.	frachtpilot.de/direktvermarktung
Freightos	Freightos Ltd	Ressourcen Plattform: Frachten-börse			ja	x	x	x	International		freightos.com
frent.me	apps-lab UG	Ressourcen Plattform: digitaler Marktplatz	Vermittlung von Objekten	Marktplatz: Überwiegend C2C aber auch B2B vorhanden	nein				National	Ähnlich wie Ebay Kleinanzeigen	frent.me
Generix Supply Chain Hub	Generix Group	Supply Chain Software-plattform	WMS; TMS; YMS; OMS; Analytics; Supplier Portal; 3PL Portal; Realtime visibility	Logistik	ja	x	x	x	International		generixgroup.com/en/page/collaborative-flow-management-platform
Howspace	How-space Oy	Verwaltungs-plattform	Organisations-, Kommunikations-, Dokumentenmanagement		nein						howspace.com
HubSpot	HubSpot, Inc.	Verwaltungs-plattform	Marketing-, Vertriebs-, Service-, Content-,		nein					Im Allgemeinen eine Wissensdatenbank	hubspot.de/products/service/knowledge-base

Service/ Plattform	Anbieter	Plattform-Art	Funktionalitäten	Spezialisierung	SCM/ Logistik Bezug?	Modalität			Geografische Ausdehnung	Kommentar	Link
						Wasser	Schiene	Straße			
			Management-, Ablaufplanung								
HYPE	HYPE-Software-technik GmbH	Verwaltungs-plattform	Ideenboard; Paarweise Evaluierung; Scorecard	Innovations-management	nein						hypeinnovation.com/de/produkte/innovationsmanagement-software
ICOntainers	ICOntainers	Ressourcen Plattform: Frachten-börse			ja			x	International		icontainers.com/ltl-freight-quotes
IFMS Imperial Freight Management System	Imperial Logistics Internationa l (ILI)	Ressourcen Plattform: Frachten-börse			ja			x	International	(im Artikel beschrieben, jedoch auf Webseite nicht dargestellt). Es soll ein übergreifendes, systemunterstützendes Bindeglied zwischen Ladung und Schiffsraum werden, welches für alle Versender, Dienstleister und Partikuliere offen ist.	verkehrsrundschau.de/nachrichten/transport-logistik/neue-online-plattform-in-der-binnenschifffahrt-2991874
Innolytics	Innolytics AG	Verwaltungs-plattform	KVP / Ideenmanagement; Innovation Chat; Crowdsourcing und Co-Creation; Analyse von Innovationstrends und Innovationskultur	Innovations-management	nein						innolytics.de/innovationsmanagement-software
Instafreight-Plattform	InstaFreight GmbH	Ressourcen Plattform: Frachten-börse			ja	x			EU		instafreight.de
Kardinal	Kardinal	Tourenpla-nungs- & Optimierungs-software			ja	x			EU	Lösungen: Tourenoptimierung in Echtzeit; Territory Analytics & Optimization	kardinal.ai
Lieferlotse	Lieferlotse GmbH	Ressourcen Plattform:		C2C Mitfahrzentrale	ja						app.lieferlotse.de

Service/ Plattform	Anbieter	Plattform-Art	Funktionalitäten	Spezialisierung	SCM/ Logistik Bezug?	Modalität			Geografische Ausdehnung	Kommentar	Link
						Wasser	Schiene	Straße			
		Frachten-börse		für Gegenstände							
LKW*online*	IT-partner GmbH	Ressourcen Plattform: Frachten-börse			ja	x			National	Spezialisiert auf Deutschland	lkwonline.de
LogCoin	LedgerEngineers	Verwaltungs-plattform		Logistik; Blockchain; Transaktionen; Identitäts-management	ja				National	blockchain platform for crowdsourced transportation services provision (BPCTSP) for B2B, B2C and C2C. Start-up LedgerEngineers – ein Spin-off des Fraunhofer IML	ledger-engineers.com/products-services
logistics.cloud	Lobster Logistics Cloud GmbH	Supply Chain Plattform	Match-Making; Transport Management; Digitale Spedition; Supply Chain Visibility	Logistik	ja	x	x	x	National	Produktangebot ist in CORE und Addons Funktionalitäten unterteilt.	logistics.cloud
Logistikbude	Logistik-bude GmbH	Ressourcen Plattform: Ladehilfs-mittel	Vermittlung von Paletten, Behälter und Gestellen		ja	x			National		logistikbude.com
Logistikplatt-form (bislang kein konkreter Name)	Bosch und AWS	Supply Chain Plattform			ja	x			International	Artikel, bislang keine eigene Homepage für die Plattform.	www.ingenieur.de/hannover-messe-special/neue-plattform-soll-logistik-effektiver-und-nachhaltiger-machen
Luminate	BlueYonder	Supply Chain Plattform	Planing (Bedarfsplanung, Bestandsoptimierung, Produktionsplanung, Beschaffungs- und Nachschubplanung), Logistics (Arbeitsorganisation, Auftragsabwicklung,		ja	x	x	x	International		blueyonder.com

Service/ Plattform	Anbieter	Plattform-Art	Funktionalitäten	Spezialisierung	SCM/ Logistik Bezug?	Modalität			Geografische Ausdehnung	Kommentar	Link
						Wasser	Schiene	Straße			
			Transportmanagement, Lagerverwaltung)								
Mansio	MANSIO GmbH	Tourenpla-nungs- & Optimierungs-software		Plattform zur Organisation von datenbasiertem Staffelverkehr	ja	x			International	Plattform zur Organisation von datenbasiertem Staffelverkehr. Staffelverkehr: Auf einer Internetplattform sollen Langstrecken mithilfe von KI-Algorithmen in Teilstrecken zerlegt werden, die dann über einen Lenkzeiten-Marktplatz zwischen Speditionen und Frachtführern anhand von Echtzeitdaten (z.B. Verkehr, Infrastruktur, IoT, Telematik) vermittelt werden.	mansio.org/plattform
MCS Compliance Plattform	Compli-ance Solutions GmbH	Verwaltungs-plattform	Automatisierung von Geschäftsprozessen; Monitoring & Reporting; Audittrails; Access & Security Control	Compliance Management	nein					Integrierte Gesamtlösung für alle Compliance-Herausforderungen. Untersystem von Compliance Solutions: Lieferketten Compliance System. => integrierte IT-Lösung zur rechtskonformen Umsetzung der komplexen Anforderungen des neuen Lieferkettensorgfaltspflichtengesetzes (LkSG).	compliancesolutions.com/mcs-compliance-plattform
MIXMOVE Lighthouse-Plattform	Mixmove	Supply Chain Plattform	Cross Docking/ Hub; Letze Meile; Supply Chain Visibility; CO_2-Senkung → Verbindung von verschiedenen ERP, OMS, WMS und TMS		ja	x			EU		mixmove.io
modility	modility GmbH	Ressourcen Plattform: Frachten-börse	Transporte buchen; Stellplätze vermarkten	smartes Buchungs- und Vermittlungs-portal für intermodale	ja	x	x		EU		modility.com

Service/ Plattform	Anbieter	Plattform-Art	Funktionalitäten	Spezialisierung	SCM/ Logistik Bezug?	Modalität			Geografische Ausdehnung	Kommentar	Link
						Wasser	Schiene	Straße			
				Transporte → Frachtenbörse							
monday	monday. com Ltd.	Verwaltungs-plattform	Work Management; Marketing; CRM; Projektmanagement		nein						monday.com
MyKn	Kühne & Nagel	Ressourcen Plattform: Frachten-börse	Frachtenbuchung- und Vermittlung	Online Buchungs-plattform (Frachtenbörse)	ja	x	x	x	International		de.kuehne-nagel.com/-/services/digitale-loesungen/mykn
myleo / dsc	leogistics GmbH	Supply Chain Plattform	Dock & Yard Management; Supplier Management; Real Time Transportation Visibility; Behältermanagement		ja	x			National		myleodsc.com
OneLogin Trusted Experience Platform™	One Identity LLC	Verwaltungs-plattform	Workforce-identity; Customer-identity	Administration	nein						onelogin.com
OpenFoodNetwork	Hof Homann eG	Ressourcen Plattform: digitaler Marktplatz	Shopfronts; Buchhaltung;	Digitaler Lebensmittel-handel	nein				National		wp.openfoodnetwork.de
Oyaso	OYASO GmbH	Ressourcen Plattform: Frachten-börse			ja	x	x	x	National		oyaso.com
Pacurion	Pacurion GmbH	Ressourcen Plattform: Ladehilfs-mittel			ja				National		pacurion.com
Pamyra	Pamyra GmbH	Ressourcen Plattform:	Preise anbieten und Preise Vergleichen	Speditions-versand Privat & Gewerbe	ja	x			EU		pamyra.de

Service/ Plattform	Anbieter	Plattform-Art	Funktionalitäten	Spezialisierung	SCM/ Logistik Bezug?	Modalität			Geografische Ausdehnung	Kommentar	Link
						Wasser	Schiene	Straße			
		Frachten-börse									
ParcelLab	parcelLab GmbH	Versand-plattform	Kundenkommunikation; Sendungsverfolgung; Retourenmanagement; Logistik-Reporting		ja	x			National		parcellab.com/de/plattform
parcello	parcello GmbH	Versand-plattform			ja	x			International	Nachhaltigkeitsorientiert: alle 1.000 Sendungen wird ein Baum gepflanzt	parcello.org
Parcelperform	PARCEL PERFORM PTE. LTD	Versand-plattform	Tracking; Predicting; Analyze; Compliance Management; Returns Management; Costumer Care	E-Commerce Logistik Plattform	ja	x			National	ParcelLab ist Wettbewerber aus Deutschland	parcelperform.com
PaxAfe	PAXAFE, Inc	Supply Chain Plattform		Supply Chain Visibility Platform	ja	x	x	x			paxafe.com
Place2Bid	Place2Bid GmbH	Ressourcen Plattform: Frachten-börse			ja	x	x	x			place2bid.com
Project44	project44 GmbH	Supply Chain Plattform	Supply Chain Visibility; Workflow-Automatisierung	Supply Chain Visibility	ja	x	x	x	International		project44.de/plattformuebersicht
Rail-Flow	Rail-Flow GmbH	Supply Chain Plattform	Offer- purchase & Tentermanagement; Rail & Intermodal Transportmanagement;	Rail-Flow Ökosystem	ja	x	x		National		rail-flow.com
raoambee	Roambee Corporation	Supply Chain Plattform		Supply Chain Visibility Platform	ja	x	x	x	International		roambee.com
Rio	TB Digital Services GmbH	Supply Chain Plattform	Telematik Services; Transportmanagement-System; Fahrerkommunikation; Informationen und Daten können in Echtzeit über die		ja	x		x	National		rio.cloud

Service/ Plattform	Anbieter	Plattform-Art	Funktionalitäten	Spezialisierung	SCM/ Logistik Bezug?	Modalität			Geografische Ausdehnung	Kommentar	Link
						Wasser	Schiene	Straße			
			RIO-Plattform ausgetauscht werden								
Rotom	Rotom Deutschland GmbH	Ressourcen Plattform: Ladehilfs-mittel	Pooling von Ladungsträgern: Holzpaletten, Kunststoffpaletten, Kunststoffboxen, Palettenboxen, Gitterboxen		ja				EU		rotom.de
Salood	DHL	Ressourcen Plattform: Frachten-börse	Frachtenbuchung- und Vermittlung	Digitale Frachtplattform (Online-Frachtenbörse)	ja	x			International		saloodo.com/de/dhl
Schüttgut-Börse	Diversa Hambach GmbH	Ressourcen Plattform: Frachten-börse		Schüttgüter	ja	x					schuettgut-boerse.com
SetLog	Setlog GmbH	Supply Chain Plattform	SRM; SCR; Procurement; Global Logistics; QM	Supply Chain Management Plattform	ja	x	x	x	International		setlog.com
Seven Senders	Seven Senders GmbH	Versand-plattform		Letzte Meile	ja	x			EU		sevensenders.com
Shipcloud	shipcloud GmbH	Versand-plattform			ja				National		www.shipcloud.io
Shipcloud	Sendcloud GmbH	Versand-plattform			ja	x					www.sendcloud.de
Shipsta	SHIPSTA S.à r.l.	Ressourcen Plattform: Frachten-börse	Ratenmanagement; Frachtausschreibung; Frachtkalkulation; Spot-Ausschreibungen; Nachhaltigkeitsmonitoring		ja	x	x	x	EU		www.shipsta.com
Smart Logistics System	TIMOCOM GmbH	Supply Chain Plattform	Frachtenbörse; Lagerbörse; Ausschreibungen; Routen & Kostenoptimierung; Transportauftragsverwaltun		ja	x			EU		www.timocom.de/smart-logistics-system#

Service/ Plattform	Anbieter	Plattform-Art	Funktionalitäten	Spezialisierung	SCM/ Logistik Bezug?	Modalität			Geografische Ausdehnung	Kommentar	Link
						Wasser	Schiene	Straße			
			g; Tracking & Tracing; Administration & API-Anbindung								
Smartlane Transport Intelligence	Smartlane GmbH	Tourenpla-nungs- & Optimierungs-software	Automatisierung und Optimierung der Transportplanung unter vollständiger Berücksichtigung der Anforderungen des Stückgutnahverkehrs	Stückgutverkehr	ja	x			National	KI-basierten SaaS-Lösung (SaaS = Software as a Service) für die automatisierte und optimierte Transportplanung im Stückgutnahverkehr	smartlane.de
SpaceFill	SpaceFill GmbH	Ressourcen Plattform: Lagerraum			ja				National		spacefill.de
Swarm Logistics Fleet Control System	Swarm Logistics GmbH	Flotten-management Plattform			ja	x			National	Automatisierung der Koordination und Orchestrierung heterogener Flotten mit Lastwagen, Autos, Bussen, autonomen Fahrzeugen und Lieferrobotern in offenen Umgebungen. -> Vision des Unternehmens ist eine Maschinenökonomie (Schwarm-Logistik)	swarmlogistics.net/products_de.html
Swoplo	Baumann Paletten GmbH	Ressourcen Plattform: Ladehilfs-mittel		Europaletten	ja				National		swoplo.com/
Teleroute	Alpega Germany GmbH	Ressourcen Plattform: Frachten-börse			ja	x			EU	Tägliche Angebote: 350.000; Spezialisiert auf Westeuropa	teleroute.com
TradeLens	GTD Solution Inc. und IBM	Supply Chain Plattform	Transportplaning; Document Sharing; Dashboards; Notification; API-Integration; Digital Bill		ja	x	x	x	International		tradelens.com

Service/ Plattform	Anbieter	Plattform-Art	Funktionalitäten	Spezialisierung	SCM/ Logistik Bezug?	Modalität			Geografische Ausdehnung	Kommentar	Link
						Wasser	Schiene	Straße			
			of Landing (digitaler Frachtbrief)								
Trans.eu	Trans.eu Group S.A.	Ressourcen Plattform: Frachten-börse			ja	x			EU	Tägliche Angebote: 200.000; Führend in Osteuropa	trans.eu
Transporeon	Transporeon GmbH	Supply Chain Plattform	Marktforschung / Benchmarking; Frachteinkauf; Transportausführung; Yard Management; Real Time Tracking-Visibility; Controlling; Konnektivität -> API-Schnittstellen	Transport-management-plattform (Frachtenbörse)	ja	x			International		transporeon.com
Wakeo	Wakeo	Supply Chain Plattform		Supply Chain Visibility Platform	ja	x	x	x	International		wakeo.co
Warehouse Logistics	Fraunhofer Institut für Material-fluss und Logistik IML	Supply Chain Softwareplattform	WMS; TMS; SLS – Staplerleitsystem; RPS – Ressourcenplanungssystem; BI; Pick by System	Supply Chain Beratung & Weiterbildung	ja	x			National	keine Plattform, sondern eher Vermittlung von verschiedenen IT-System Lösungen unterschiedlicher Anbieter	warehouse-logistics.com
wayCloud Platform	valantic GmbH	Supply Chain Plattform	Supply Chain Visibility		ja	x				Kooperation mit Prewavem, welches eine globale AI Risikomanagement Plattform anbietet	valantic.com/produkte/supply-chain-collaboration-mit-der-waycloud-platform
Wuunder	Wuunder Nederland BV	Versand-plattform		Versand-plattform	ja						wearewuunder.com
Zendesk	Zendesk GmbH	Verwaltungs-plattform	Arbeitsbereich für Supportmitarbeiter; Tools zur Zusammenarbeit; Wissensmanagement	CRM	nein						

Tabelle 8-13: Übersicht SPaCiH-relevante logistische Software

8.9 Strukturdaten logistischer Knoten

Name	Standort/ Knotentyp	Rechts-form	Gesellschafter/ Eigentümer	Quantitative Unternehmensdaten	Modalität			Anrainer	Quellen
					Wasser	Schiene	Straße		
Häfen (NRW) Kurzdefinition Hafen: Ein an Wasserstraßen, Meeresküsten oder Seen angesiedelter Güterumschlagsplatz, welcher auf die Be- und Entladung von Schiffen spezialisiert ist.									
Bonner Hafenbetriebe GmbH	Bonn	GmbH	Am Zehnhoff-Söns GmbH, Stadtwerke Bonn GmbH	Gesamtfläche: 65.000 m²; Die Umschlagleistung lag 2011 bei ca. 795.000 t; Pro Tag werden rund 100 Container be- und entladen.	X	X	X	Am Zehnhoff-Söns GmbH	de.wikipedia.org/wiki/Hafen_Bonn hafen-bonn.de
DeltaPort GmbH & Co. KG	Wesel	GmbH & Co. KG	Stadt Voerde, Stadt Wesel, DeltaPort Verwaltungs GmbH & Co.KG	Mitarbeiterzahl: 15; Im Jahr 2021 rund 4 Mio. t Güter; Jährliche Umschlagsmenge von ca. 1 Mio. Gütern	X	X	X	Rhein-Lippe-Hafen Wesel, NORDFROST GmbH & Co. KG, TanQuid GmbH & Co. KG, GSR-Niederrhein GmbH & Co. KG, Sappi Logistics Wesel GmbH, Trimet Aluminium SE, Contargo Rhein-Waal-Lippe GmbH, Jerich Germany GmbH, IMGRUND Port Logistics GmbH, Hülskens GmbH & Co. KG, Garant GmbH, Kurt Birkhoff KG, HOMA Raiffeisen GmbH, Schwerlast Terminal Niederrhein GmbH	deltaport.de de.wikipedia.org/wiki/DeltaPort northdata.de/DeltaPort+GmbH+%26+Co.+KG,+Wesel/Amtsgericht+Duisburg+HRA+11257
Dorstener Hafen-Speditionsge-sellschaft mbH & Co. KG	Dorsten	GmbH & Co. KG	Eigentümerin des Hafens ist die städtische Gesellschaft Windor GmbH Dorsten.	Geländegröße: ca. 28.000 m²; Uferlänge: ca. 250 m	X	X	X	Elskes Transportbeton GmbH & Co. KG, REMONDIS QR GmbH, Willy Lüning GmbH	win-dor.de/standort-dorsten/hafenanlage vesseltracker.com/de/Port/Dorsten/Dashboard.html

Name	Standort/ Knotentyp	Rechts-form	Gesellschafter/ Eigentümer	Quantitative Unternehmensdaten	Wasser	Schiene	Straße	Anrainer	Quellen
DORTMUNDER HAFEN AG	Dortmund	AG	Dortmunder Stadtwerke	1.700.000 m² Gesamtfläche; 900.000 m² Industriegelände; 10 Hafenbecken mit rund 35 ha Wasserfläche; 11 km Uferlänge; ca. 40 Krananlagen bis 60 t Tragfähigkeit; 2000 Schiffe/Jahr	X	X	X	REMONDIS GmbH & Co. KG // Betriebsstätte Dortmund, Elskes Transportbeton GmbH & Co. KG, TSR Recycling GmbH & Co. KG // Niederlassung Dortmund, Rhenus Port Logistics Rhein-Ruhr GmbH, Knauf Performance Materials GmbH, Dolezych GmbH & Co. KG, ABP Induction Systems GmbH, C. O. Weise GmbH & Co. KG, Caspar Hessel GmbH & Co. KG	de.wikipedia.org/wiki/Hafen_Dortmund dortmunder-hafen.de
Duisburger Hafen AG	Duisburg	AG	Duisburger Hafen AG (1/3 Stadt Duisburg, 2/3 Land Nordrhein-Westfalen)	1550 ha Grundfläche; 21 Hafenbecken; 9 Containerterminals; 21 Containerbrücken; 20.000 Schiffe & 25.000 Züge/Jahr; 200 km Gleise	X	X	X	Zeppelin Power Systems GmbH, Haeger & Schmidt Logistics, Lira Import Export Service GmbH, Meidericher Schiffswerft GmbH & Co. KG, Rhenus PartnerShip GmbH & Co. KG, DeCeTe Duisburger Container Terminal GmbH, Duisport Packing Logistics GmbH	duisburg.de/wohnenleben/wasser/hafen.php de.wikipedia.org/wiki/Duisburg-Ruhrorter_H%C3%A4fen duisport.de
Contargo Rhein-Waal-Lippe GmbH	Emmerich	GmbH	Emmericher Gesellschaft für kommunale Dienstleistungen mbH	45.000 m² Gesamtfläche; Kailänge von 300 Meter; zwei Liegeplätze und zwei Containerbrücken mit Traglast von bis zu 50 t	X	X	X	DGA Deutsche Grenzspediteure, Autobahn - Elten GmbH, Contargo Rhein-Waal Lippe GmbH	contargo.net/de/terminals/emmerich/ northdata.de/Contargo+Rhein-Waal-Lippe+GmbH,+Emmerich+a.+Rhein/Amtsgericht+Kleve+HRB+3058
Stadtwerke Essen AG	Essen	AG	Essener Versorgungs- und Verkehrsgesellschaft mbH, Westenergie AG, Thüga AG	63.OOO m² Wasserfläche; Kai und Uferlängen gesamt 1.456 m	X	X	X	Autokrane Schares GmbH, EURONA GmbH & Co. KG + Industrietechnik, Westfracht-spezialverkehre International GmbH, MÜCO Mücher & Enstipp GmbH & Co. KG, Dieter Tombers GmbH – Niederlassung Essen, REMEX GmbH // Betriebsstätte Essen Hafenstraße	stadtwerke-essen.de/hafen-essen

Name	Standort/ Knotentyp	Rechts-form	Gesellschafter/ Eigentümer	Quantitative Unternehmensdaten	Wasser	Schiene	Straße	Anrainer	Quellen
Gelsenkirchener Logistik-, Hafen und Servicegesell-schaft mbH	Gelsen-kirchen	GmbH	Stadt Gelsenkirchen	1,2 Mio. m² Gesamtfläche; Wasserfläche von 117.800 m²; Jahresumschlag von rund 1 Mio. t	X	X	X	TRIMET Aluminium SE, KHT Kommissionier- und Handhabungstechnik GmbH, NORRES Schlauchtechnik GmbH, TransTank GmbH, Heinrich Niemeier GmbH & Co. KG, Heinrich Schütt Stahl KG GmbH & Co.	de.wikipedia.org/wiki/Hafen_Gelsenkirchen hafen-ge.de
Hafen Hamm GmbH	Hamm	GmbH	Stadtwerke Hamm GmbH	1,6 Mio. t Schiffgüterumschlag; 500.000 t Bahngüterverkehr jährlich; Vermietete und verpachtete Flächen 397.000 m²	X	X	X	Brökelmann + Co., Ölmühle und Verwaltungs-GmbH, Oiltanking Deutschland GmbH & Co. KG, Lanfer Logistik GmbH/ HELA GmbH Hermann Lanfer, Rhenus Port Logistics Rhein-Ruhr GmbH, Böhler Consignment Stock, Thyssen, LOGIPACK Service GmbH LVZ West, METRO LOGISTICS Germany GmbH	stadtwerke-hamm.de/privatkunden/hafen
Wanne-Herner Eisenbahn und Hafen GmbH	Herne	GmbH	Stadt Herne	Gleislänge: 34 km eigenes Netz; Lokomotiven: 8 Stück; Umschlaganlagen: Krananlage 12 t, Ver- und Beladeanlage für trockenes Schüttgut, Siloanlage für Filtertasche, Tiefbunker, Bandanlagen	X	X	X	Müller - Die lila Logistik, CTH Container Terminal Herne GmbH	whe.de/de/ de.wikipedia.org/wiki/Wanne-Herner_Eisenbahn_und_Hafen
Häfen und Güterverkehr Köln AG	Köln	AG	Stadtwerke Köln GmbH, Stadt Köln	Wasserfläche von 877.000 m²; Landfläche von 1,3 km²; Vier Umschlaghäfen; Umsatz 2019: 69,8 Mio. Euro	X	X	X	CTS Container Terminal GmbH, Pohl & Co. GmbH, Talke Spedition GmbH & Co KG Alfred, AUGUSTIN Network DE GmbH, neska Schifffahrts- und Speditionskontor GmbH	hgk.de de.wikipedia.org/wiki/H%C3%A4fen_und_G%C3%BCterverkehr_K%C3%B6ln
Hafen Krefeld GmbH & Co. KG	Krefeld	GmbH & Co. KG	Stadt Krefeld (51 %), Neuss - Düsseldorfer Häfen GmbH & Co. KG (49 %)	Umschlag 2019: 5,519 Mio. t; Fläche: 420 ha; Hafeneigene Krananlagen: 4; Ausgebaute Uferlänge: 7,1 km; Umsatz: 2019: 10,5 Mio. Euro	X	X	X	Derda Logistik GmbH, KALLAS EDELSTAHL GmbH, Dextro Energy GmbH & Co. KG, MAV Krefeld GmbH // Verwaltung/ Betriebsstätte, IMR Innovative Metal Recycling GmbH	de.wikipedia.org/wiki/Rheinhafen_Krefeld rheinhafen-krefeld.de

Name	Standort/ Knotentyp	Rechts-form	Gesellschafter/ Eigentümer	Quantitative Unternehmensdaten	Wasser	Schiene	Straße	Anrainer	Quellen
Lübbecker Hafen GmbH	Lübbecke	GmbH	Stadt Lübbecke	Umschlagsmenge jährlich: 165.000 t	X	X	X	Nordic Rail Service GmbH, TT-Line GmbH & Co. KG, European Cargo Logistics GmbH (ECL),	de.wikipedia.org/wiki/Hafen_L%C3%Bcbbecke hafenband.de/nc/hafenband/hafen-luebbecke.html
Stadthafen Lünen GmbH	Lünen	GmbH	Stadtwerke Lünen GmbH	Gesamtfläche: 19 ha; Hallenlager: 17.000 m²; Freiflächen: 81.000 m²; Kaimauer 936 Meter; 12 Liegeplätze, 8 Entladeplätze, 6 Kräne 2 Gleiswaagen, 1 Fahrzeugwaage; Umschlagsmenge jährlich: 963.000 t	X	X	X	MAV Lünen GmbH // Verwaltung/ Betriebsstätte, Logistik-Service-Lünen GmbH, CONNEX GmbH, BGA Lünen	stadthafen-luenen.de de.wikipedia.org/wiki/Stadthafen_L%C3%BCnen
Mindener Hafen GmbH	Minden	GmbH	MEW Mindener Entwicklungs- und Wirtschaftsförder-ungsgesellschaft mbH	Gesamtfläche: 65 ha; 11,4 ha Wasserfläche; Umschlagsmenge Jährlich: 288.000 t	X	X	X	Rosemeier Schiffbau GmbH, MHKW der KAVG mbH Minden-Lübbecke, DS Smith Packaging Division Minden, Paul Jost GmbH, Bobe Speditions GmbH, Heitmann UG & Co. KG, AGRAVIS Mischfutter Ostwestfalen-Lippe GmbH	mindener-hafen.de/ de.wikipedia.org/wiki/Hafen_Minden
Kölner Schiffswerft Deutz GmbH & Co. KG	Köln	GmbH & Co. KG	Stadt Köln	Umschlagsmenge jährlich: 1,356 Mio. t	X	X	X	Hatec group, Hatec Aggregate GmbH, STORM, Hatec Industrie-Montagen GmbH, Hatec Flex GmbH	ksd-koeln.de/
Neuss-Düsseldorfer Häfen GmbH & Co. KG	Neuss	GmbH & Co. KG	Stadtwerke Düsseldorf AG	Umschlagsmenge jährlich: 27 Mio. t; 1,3 Mio. Containereinheiten jährlich	X	X	X	D'art Design Gruppe GmbH, Heinrich Schmidt GmbH & Co. KG, Spedition Ansorge GmbH & Co. KG, Kamps Kühl-Logistik GmbH, Pierburg GmbH – Werk Niederrhein,	nd-haefen.de/ de.wikipedia.org/wiki/Neusser_Hafen
Nieder-rheinische Verkehrsbe-triebe AG	Rheinberg	AG	Stadt Rheinberg	Gesamtfläche: 80.000 m²; Kapazität: 3 Mio. t jährlich; Umschlagsmenge jährlich: 622.000 t	X	X	X	Carbon Energy Trading GmbH	de.wikipedia.org/wiki/Niederrheinische_Verkehrsbetriebe niag-online.de/

Name	Standort/ Knotentyp	Rechts-form	Gesellschafter/ Eigentümer	Quantitative Unternehmensdaten	Wasser	Schiene	Straße	Anrainer	Quellen
Recklinghausen Stadthafen - Gastronomie & Kultur GmbH	Reckling-hausen	GmbH	Stadt Recklinghausen	Umschlagsmenge jährlich: 24.000 t	X		X	Roland Mills West GmbH	https://recklinghausen.de/inhalte/startseite/freizeit_tourismus/ausflugsziele/stadthafen/index.asp?highmain=6
Häfen (außerhalb von NRW)									
Hamburger Hafen und Logistik AG	Hamburg	AG	Freie Hansestadt Hamburg (FHH), Teilkonzern Immobilien - Hamburger Speicherstadt & Fischmarkt Hamburg Altona GmbH	Seegüterumschlag jährlich: 128,7 Mio. t; Containerumschlag: 8,7 Mio. TEU Gesamtfläche: 7.200 ha; Umsatz: 1,46 Mrd. Euro	X	X	X	Agrar Terminal Peter Rothe GmbH & Co. KG, CGH Cruise Gate Hamburg GmbH Hywax GmbH, C.Steinweg GmbH & Co. KG, HaBeMa Futtermittel GmbH & Co. KG, Oiltanking GmbH, BLG LOGISTICSS GROUP AG & Co. KG, HHLA Container Terminal Tellerort GmbH, Nynas GmbH & Co. KG	de.wikipedia.org/wiki/Hamburger_Hafen hafen-hamburg.de/de/startseite/
bremenports GmbH & Co. KG	Bremen	GmbH & Co. KG	Stadt Bremen	Umschlagsmenge jährlich: 66,5 Mio. t Seegüter; 4,875 Mio. TEU Container; Umsatz: 1 Mrd. Euro	X	X	X	Nordsee GmbH, Deutsche See GmbH, swb AG, Würfel Holding GmbH, FRoSTA AG	bremenports.de/ de.wikipedia.org/wiki/Bremenports ish-bremen.de/die-ish/kennzahlen.php
HFM-Management-gesellschaft für Hafen und Markt mbH	Frankfurt	GmbH	Stadt Frankfurt	Umschlagsmenge: 2,38 Mio. t darunter 46.652 Containereinheiten	X	X	X	BTG Internationale GmbH, FUG Frankfurter Hafen Umschlagsgesellschaft mbH, Gebr. Thomaidis GmbH, Karl Schmidt Spedition GmbH & Co. KG, Transell Internationale Spedition GmbH	hfm-frankfurt.de/ de.wikipedia.org/wiki/H%C3%A4fen_in_Frankfurt_am_Main
Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG	Oldenburg	GmbH & Co. KG	Land Niedersachsen	Hafenfläche: 605 ha; Erweiterungsfläche: 79 ha; Kompensationsfläche: 162 ha; Güterumschlag jährlich: 2,5 Mio. t; Passagierbewegungen: 20.000; Gleisnetz: 6,2 km; Kaimauerlänge: 1,3 km	X	X	X	Turbo-Technik GmbH & Co. KG, Gebr. Lefffers GmbH & Co. KG, GEW Wilhelmshaven GmbH, Mindgactory AG, Georg Schmidt GmbH, Peine GmbH, Transimex Service GmbH	nports.de de.wikipedia.org/wiki/Niedersachsen_Ports

Name	Standort/ Knotentyp	Rechts-form	Gesellschafter/ Eigentümer	Quantitative Unternehmensdaten	Wasser	Schiene	Straße	Anrainer	Quellen
Güterverkehrszentren (NRW) Kurzdefinition GVZ: Logistikzentrum, in dem Güter zwischen unterschiedlichen Verkehrsträgern umgeladen, für Ladungen zusammengestellt und für Transportfahrten vorbereitet werden. Bündelung von verschiedenen Akteuren der Logistikbranche.									
EWG Entwicklungs- und Wirtschafts-förderungsge-sellschaft für Rheine mbh	Rheine	GmbH	Stadt Rheine	Gesamtfläche von 60 ha; Zwei Verladegleise mit einer Aufstellungslänge von jeweils über 300 m; Direkte Umschlagsmöglichkeiten zwischen Schiene und Straße	X	X	X	Rheine R, Innovationsquartier, Güterverkehrszentrum, Rheine 30/70	ewg-rheine.de/flaechen-immobilienmanagement/gi-ge-vermarktung/gueterverkehrszentrum-gvz
Planungs- und Entwicklungs-gesellschaft GVZ Emscher mbH	Herne	GmbH	Energie- und Wasserversorgung Mittleres Ruhrgebiet GmbH	Fläche: 23 ha; Terminal mit bis zu 250.000 Ladeeinheiten; Gleislänge: 34 km; Lokomotiven: 8 Diesellokomotiven; Umschlagskapazität: 250.000 Ladeeinheiten pro Jahr	X	X	X	Partner: Cargo Center Graz, LCA Logistic Center Austria Süd, Logistikimmobilien: ALCARO Invest GmbH, Verbände: Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), Mitgliedschaften: Studiengesellschaft für den kombinierten Verkehr e.V. (SGKV); Europlatforms; Bremische Hafenvertretung e.V.; German Partnership for Sustainable Mobility	northdata.de/Planungs-+und+Entwicklungsgesellschaft+G%C3%BCterverkehrszentrum+Emscher+mbH+%28PEG%29,+Herne/Amtsgericht+Bochum+HRB+9681
Güterverkehrszentren (außerhalb von NRW)									
WFO Wirtschafts-förderung Osnabrück GmbH	Osnabrück	GmbH	Verein für Wirtschaftsförder-ung in Osnabrück e.V. – 1/2, Stadt Osnabrück – 1/2	Fläche: 46 ha; 150.000 Ladeeinheiten die jährlich für den Eisenbahnverkehr verladen werden können	X	X	X	Piepenbrock, Hellmann Worldwide Logistics	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/osnabr%C3%BCck

Name	Standort/ Knotentyp	Rechts-form	Gesellschafter/ Eigentümer	Quantitative Unternehmensdaten	Wasser	Schiene	Straße	Anrainer	Quellen
GVZ Wolfsburg Entwicklungs-gesellschaft mbH	Wolfsburg	GmbH	Volkswagen Konzernlogistik GmbH & Co. OHG, Stadt Wolfsburg, Schenker Deutschland AG, COTRANS LOGISTICS GmbH & Co.KG	Fläche: 3,4 ha; 2 parallele 460 m Ladegleise; 8.000 m² Vorstaufläche für Container, Wechselbrücken und Trailer; 12.000 m² Depot-Abstell- und Verkehrsfläche; 2x 38 t-Portalkrane mit Kombispeicher; 2x 40 t-Mobilumschlaggeräte	X	X	X	Wolfsburg Volkswagen AG	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/wolfsburg
GVZ-Entwicklungs-gesellschaft Salzgitter mbH	Salzgitter	GmbH	Stadt Salzgitter, Salzgitter AG, Volkswagen Konzernlogistik GmbH & Co. OHG	Fläche: 110 ha; 110 ha baureife Flächen	X	X	X	Salzgitter Volkswagen AG	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/salzgitter/ logivest.de/logistikstandorte/gvz/salzgitter
Güterverkehrs-zentrum Emsland Planungs- und Entwicklungs-gesellschaft mbH	Emsland	GmbH	Nordtrans Speditionsgesell-schaft mbH	Fläche: 45 ha; jährliche Umschlagsmenge von über 5 Mio. t Containergütern	X	X	X	UPM Nordtrans GmbH & Co.KG, Fericks Metallbau GmbH & Co.KG, Bartels Nutzfahrzeuge GmbH & Co.KG	gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/emsland/ northdata.de/GVZ+Emsland+Servicegesellschaft+mbH+%28GES%29,+D%C3%B6rpen/Amtsgericht+Osnabr%C3%BCck+HRB+121343
GWG Gesellschaft für Wirtschafts-förderung und Stadtentwick-lung Göttingen mbH	Göttingen	GmbH	Stadt Göttingen	Fläche: 7 ha; Erweiterungsfläche: 11 ha	X	X	X	LOPEX GmbH, FRIEDRICH ZUFALL GmbH & Co.KG	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/g%C3%B6ttingen
GVZ Europark Ceovorden-Emlichheim GmbH	Laar	GmbH	Stadtgemeinde Emlichheim	Fläche: 204 ha	X	X	X	Tuindeco Deutschland GmbH	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/europark-coevorden-emlichheim

Name	Standort/ Knotentyp	Rechts-form	Gesellschafter/ Eigentümer	Quantitative Unternehmensdaten	Wasser	Schiene	Straße	Anrainer	Quellen
Güterverkehrs-zentrum Region Augsburg Entwicklungs-maßnahmen GmbH	Augsburg	GmbH	Stadt Augsburg	Fläche: 71 ha; 2.500 Arbeitsplätze in der Logistik; 1,43 Mio. t Güterumschlag pro Jahr; 100.000 Lkw-Fahrten Verlagerungspotenzial pro Jahr		X	X	Dachser SE, DB Schenker Deutschland AG, Hellmann Internationale Spedition GmbH & Co.KG, Kloiber GmbH, Daimler Truck AG	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/augsburg
GVZ Hof Entwicklungs-gesellschaft GmbH & Co.KG	Hof	GmbH & Co. KG	GVZ-E Beteiligung GmbH	Fläche: 10 ha, 120.000 Lkw-Fahrten Verlagerungspotenzial pro Jahr	X	X	X	Contargo Combitrac GmbH & Co.KG	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/hof
IFG-Wirtschafts-förderungs-gesellschaft Ingolstadt	Ingolstadt	GmbH	Stadt Ingolstadt	Gesamtfläche von 83 ha; 10 Hallen mit einer Nutzfläche von 220.000 m²	X	X	X	Audi AG	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/ingolstadt
GVZ Nürnberg-Roth GmbH	Nürnberg	GmbH	Bayernhafen GmbH & Co.KG	Gesamtgröße: ca. 337 ha, davon: 220 ha vergebene Ansiedlungsfläche, ca. 90 ha Infrastruktureinrichtungen und ca. 4 ha freie Ansiedlungsflächen	X	X	X	Rhenus Freight Logistics GmbH & Co.KG, Sperber GmbH & Co.KG, Deufol Südwest GmbH	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/n%C3%BCrnberg
Deutsche GVZ-Gesellschaft mbH – Regensburg	Regens-burg	GmbH	Stadt Regensburg – Amt für Wirtschaftsförderung	setzt sich aus einem bestehenden Donauhafen (ca. 135 ha) und einem Erweiterungsbereich (ca. 207 ha) zusammen; Gesamtfläche: 340 ha	X	X	X	DB Cargo AG	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/regensburg
Berliner Hafen- und Lagerhausge-sellschaft mbH	Berlin	GmbH	BEHALA – Berliner Hafen und Lagerhausgesell-schaft mbH	Fläche: 40 h; Gesamtumschlag: 4,9 Mio. t (2018); Am Güterumschlag beteiligt (2018): Lkw 54 %, Eisenbahn 27 %, Binnenschiff 19 %	X	X	X	Behala Port Services GmbH	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/city-gvz-westhafen de.wikipedia.org/wiki/BEHALA behala.de
Deutsche GVZ-Gesellschaft mbH – Koblenz	Koblenz	GmbH	Stadtverwaltung Koblenz – Amt für Wirtschaftsförderung	Fläche: 150 ha	X	X	X	Railion Deutschland AG	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/koblenz koblenz.de/wirtschaft

Name	Standort/ Knotentyp	Rechts-form	Gesellschafter/ Eigentümer	Quantitative Unternehmensdaten	Wasser	Schiene	Straße	Anrainer	Quellen
Deutsche GVZ-Gesellschaft mbH – Trier	Trier	GmbH	Stadt Trier	Fläche: 45 ha	X	X	X	Remondis GmbH & Co.KG, Steil Kranarbeiten GmbH & Co.KG, Ferrero MSC GmbH & Co.KG	logivest.de/logistikstandorte/gvz/trier trier.de/wirtschaft-arbeit/standort-trier/gemeinde-europas/ www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/trier/
Investor Center Ostbrandenburg GmbH	Frankfurt an der Oder	GmbH	Stadt Frankfurt an der Oder (96,5 %), Stadt Slubice (POL) (2,5 %) Sparkasse Oder-Spree (1 %)	Fläche: 107,9 ha; Mitarbeiter: 5.000	X	X	X	CTS-Logistik GmbH	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/frankfurt-oder gvz-ffo.de icob.de/gesellschafter
LUTRA GmbH	Schöne-felder Kreuz	GmbH	Stadt Königs Wusterhausen	Fläche: 65 ha	X	X	X	ALBA Metall Nord GmbH, AWS GmbH & Co. KG, Becker + Armbrust GmbH, Bootshaus am Werlsee GmbH, Doitronic GmbH	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/sch%C3%B6nefelder-kreuz hafenkw.de
IPG Infrastruktur- und Projektent-wicklungsgesell-schaft mbH	Berlin Ost Freien-brink	GmbH	LEG Brandenburg mbH i.L	Fläche: 96 ha	X	X	X	GLX Global Logistik Services GmbH, Fixemer GmbH, Wolf GmbH & Co.KG, R.M.Adam GmbH & Co.KG	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/berlin-ost-freienbrink ipg-potsdam.de/gvz-berlin-ost-freienbrink
IPG Infrastruktur- und Projektent-wicklungsgesell-schaft mbH	Berlin West Wuster-mark	GmbH	LEG Brandenburg mbH i.L	Fläche: 124 ha	X	X	X	HAVI Logistics GmbH, KP Logistik Wustermark GmbH, Panther Print GmbH, Mahle Filtersysteme GmbH, DHL Freight GmbH	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/gvz-berlin-west-wustermark ipg-potsdam.de/gvz-berlin-west-wustermark/ wustermark.de/wirtschaft/gvz

Name	Standort/ Knotentyp	Rechts-form	Gesellschafter/ Eigentümer	Quantitative Unternehmensdaten	Wasser	Schiene	Straße	Anrainer	Quellen
IPG Infrastruktur- und Projektentwick-lungsgesell-schaft mbH	Berlin Süd Groß-beeren	GmbH	LEG Brandenburg mbH i.L	Fläche: 220 ha; zwei Umschlaggleise über 350 m; Umschlag über zwei Portalkräne	X	X	X	Friedrich Niemann GmbH, DB Intermodal Services GmbH, HYDAC INTERNATIONAL GmbH	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/berlin-s%C3%BCd-gro%C3%9Fbeeren ipg-potsdam.de/gvz-berlin-sued-grossbeeren
GVZ Entwicklungsge-sellschaft Dresden mbH	Dresden	GmbH	SVG Sachsen und Thüringen eG (75,47 %), DB Netz AG (24,53 %)	Fläche: 26 ha; 80 Lkw-Stellplätze	X	X	X	Emons Spedition GmbH, DB Schenker AG, Volkswagen AG, Jaeger Ausbau GmbH & Co.KG	gvz-dresden.de/ www.gvz-dresden.de/index.php/Gesellschaft.html
Contargo GmbH & Co.KG	Mannheim	GmbH & Co. KG	Rhenus SE & Co.KG	Fläche: 113,1 ha; Krankapazität: 4; Bahngleise: 4; Liegeplätze: 4, 1050 m; Lagerkapazität: 8.850 TEU		X	X	TopTrans Transport und Logistik GmbH, BASS Express Logistik GmbH, Graeff Spedition GmbH & Co.KG	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/s%C3%BCdwestsachsen/glauchau.de de.wikipedia.org/wiki/Contargo
Deutsche GVZ-Gesellschaft mbH – Leipzig	Leipzig	GmbH	Leipziger Stadtwerke	Fläche: ca. 410 ha; 38.789 Mitarbeiter	X	X	X	DHL Freight GmbH, DB Schenker AG, Kühne + Nagel AG & Co. KG, Amazon	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/leipzig
GVZ Entwicklungs-gesellschaft Bremen (GVZe)	Bremen	GmbH	Stadt Bremen	Fläche: 395 ha; Mitarbeiter: 8.700; 160 Unternehmen; ca. 1,3 Mio. m² Hallenflächen	X	X	X	Hellmann Worlwide Logistics, CTS Spedition GmbH, CPC Contargo Center GmbH, BLG Handelslogitik GmbH & Co.KG, Heinrich Loghorst GmbH & Co.KG	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/bremen/ wfb-bremen.de/de/page/grundstuecke-und-immobilien/gewerbeflaechen-bremen/gvz-bremen
GVZ Entwicklungs-gesellschaft Bremen (GVZe)	Bremen	GmbH	Stadt Bremen	Fläche: 395 ha; Mitarbeiter: 8.700; 160 Unternehmen; ca. 1,3 Mio. m² Hallenflächen	X	X	X	Hellmann Worlwide Logistics, CTS Spedition GmbH, CPC Contargo Center GmbH, BLG Handelslogitik GmbH & Co.KG, Heinrich Loghorst GmbH & Co.KG	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/bremen/ wfb-bremen.de/de/page/grundstuecke-und-immobilien/gewerbeflaechen-bremen/gvz-bremen

Name	Standort/ Knotentyp	Rechts-form	Gesellschafter/ Eigentümer	Quantitative Unternehmensdaten	Wasser	Schiene	Straße	Anrainer	Quellen
GVZ Entwicklungs-gesellschaft Bremen (GVZe)	Bremen	GmbH	Stadt Bremen	Fläche: 395 ha; Mitarbeiter: 8.700; 160 Unternehmen; ca. 1,3 Mio. m² Hallenflächen	X	X	X	Hellmann Worlwide Logistics, CTS Spedition GmbH, CPC Contargo Center GmbH, BLG Handelslogitik GmbH & Co.KG, Heinrich Loghorst GmbH & Co.KG	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/bremen/ wfb-bremen.de/de/page/grundstuecke-und-immobilien/gewerbeflaechen-bremen/gvz-bremen
Magdeburger Hafen GmbH	Magde-burg	GmbH	Stadt Magdeburg	Fläche: 178 ha; 2,5 km Kaimauer; Umschlagsvolumen: 4 Mio. t jährlich; 70 km Gleislänge	X	X	X	Beiselen GmbH, Viterra Magdeburg GmbH, TSR Recycling GmbH & Co.KG	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/magdeburg
GVZ-Projektgesell-schaft Kassel mbH	Kassel	GmbH	Wirtschaftsförderung Region Kassel GmbH	Fläche: 60 ha; Mitarbeiter: 1.200	X	X	X	TVS-Truck Vertriebs- und Service GmbH, Hermes Logistik Gruppe, bofrost, VW	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/kassel/ gvz-kassel.de
Förderverein GVZ Kiel e.V.	Kiel	e.V.	Stadt Kiel	Fläche: über 270 ha trimodale Gewerbefläche; 11 Teilstandorte	X	X	X	DFDS Germany ApS & Co. KG, SCA Logistics GmbH	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/kiel
Deutsche GVZ-Gesellschaft mbH – Rostock	Rostock	GmbH	Kommunale Objektbewirtschaft-ung und -Entwicklung der Hansestadt Rostock	Fläche: 68 ha	X	X	X	Spedition Heinrich Gustke, Gesellschaft für Logistik mbH, Hans Sander GmbH & Co.KG, RT-Logistik GmbH, MAASS Logistik Rostock GmbH	koe-rostock.de/gewerbegrundstuecke.php
GVZ-Erfurt e.V.	Erfurt	e.V.	Stadt Erfurt – Amt für Wirtschaftsförderung	Fläche: 218 ha; Umschlagsmenge: mehr als 20.000 Seefrachtcontainer Jährlich; Mitarbeiter: ca. 6.000; Unternehmen: ca. 85	X	X	X	DHL Freight GmbH, JOST-Werke Logistics GmbH, IKEA Distribution Services GmbH & Co. KG, Zalando Logistics SE & Co.	www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrszentren/erfurt erfurter-gvz.de

Name	Standort/ Knotentyp	Rechts-form	Gesellschafter/ Eigentümer	Quantitative Unternehmensdaten	Wasser	Schiene	Straße	Anrainer	Quellen
Industrieparks Kurzdefinition Industriepark: Abgegrenztes Gelände, auf dem mehrere Industrieunternehmen einer oder unterschiedlicher Branchen tätig sind und gemeinschaftlich die vorhandenen Infrastrukturleistungen des Parks nutzen.									
Chempark, Currenta GmbH & Co. OHG	Dormagen	GmbH & Co. OHG	Macquarie Infrastructure and Real Assets	Gesamtfläche: 360 ha; Freie Flächen: von 0,5-6 ha; Betriebe: ca. 60; Mitarbeiter: über 9.500			X	AIR Liquide Deutschland GmbH, Altrad Germany GmbH, ALTRAD Kiel Industrial Services GmbH, Bayer AG, Chemion Logistik GmbH, HOYER GmbH Internationale Fachspedition, INEOS Styrolution Köln GmbH, KARL SCHMIDT SPEDITION GmbH & CO. KG, LANXESS AG, Nippon Gases Deutschland GmbH	currenta.de/medien/chempark-standorte.html chempark.de/de/chempark-dormagen.html currenta.de/chempark.html
Chempark, Currenta GmbH & Co. OHG	Krefeld	GmbH & Co. OHG	Macquarie Infrastructure and Real Assets	Gesamtfläche: 260 ha; Freie Flächen: von 0,5-20 ha; Betriebe: 40; Mitarbeiter: über 8.600	X	X	X	AIR Liquide Deutschland GmbH, Altrad Germany GmbH, ALTRAD Kiel Industrial Services GmbH, Bayer AG, Chemion Logistik GmbH, HOYER GmbH Internationale Fachspedition, INEOS Styrolution Köln GmbH, KARL SCHMIDT SPEDITION GmbH & CO. KG, LANXESS AG, Nippon Gases Deutschland GmbH	currenta.de/medien/chempark-standorte.html chempark.de/de/chempark-krefeld-uerdingen.html
Chempark, Currenta GmbH & Co. OHG	Lever-kusen	GmbH & Co. OHG	Macquarie Infrastructure and Real Assets	Gesamtfläche: 480 ha; Freie Flächen: von 0,5-4 ha; Betriebe: ca. 200; Mitarbeiter im Chemiepark: über 31.500	X	X	X	AIR Liquide Deutschland GmbH, Altrad Germany GmbH, ALTRAD Kiel Industrial Services GmbH, Bayer AG, Chemion Logistik GmbH, HOYER GmbH Internationale Fachspedition, INEOS Styrolution Köln GmbH, KARL SCHMIDT SPEDITION GmbH & CO. KG, LANXESS AG, Nippon Gases Deutschland GmbH	currenta.de/medien/chempark-standorte.html chempark.de/de/chempark-leverkusen.html

Name	Standort/ Knotentyp	Rechts-form	Gesellschafter/ Eigentümer	Quantitative Unternehmensdaten	Wasser	Schiene	Straße	Anrainer	Quellen
Evonik Industries AG	Marl	AG	CVC Capital Partners, RAG Stiftung	Gesamtfläche: 6 km²; 55 km Straßennetz; 100 km Schienennetz; 30 km Rohrbrücke; 1.200 km Rohrleitungen; 2 Kläranlagen; 3 Kraftwerke; 900 Gebäude; 100 Produktionsanlagen; ca. 4 Mio. t Produkte/Jahr; ca. 7.000 Mitarbeiter	X	X	X	Air Liquide Deutschland GmbH, Air Products GmbH, C+S Chlorgas GmbH, Dow Deutschland Anlagengesellschaft mbH, Eastman Chemical HTF GmbH, INEOS Solvents Marl GmbH, Metro Logistics Germany GmbH, Sasol Germany GmbH, Vestolit GmbH	corporate.evonik.com/de/unternehmen/standorte/europa/deutschland/marl history.evonik.com/de/standorte/marl
Wachstums-region Ems-Achse e.V.	Lingen	e.V.	Stadt Lingen	Gesamtfläche: 114 ha; ca. 4.000 Mitarbeiter	X	X	X	Aspens GmbH, Brunsbüttel Ports GmbH, Container Terminal Wilhelmshaven, JadeWeserPort-Marketing GmbH, Covestro Deutschland AG, DACHSER SE, Dow Deutschland Anlagengesellschaft mbh, Tee Energy Solutions GmbH	emsland.de/pdf_files/politik/leistungsbilanz-el-2001-2006_1183_1.pdf industriepark-lingen.de/
Terrania AG	Dortmund	AG	Fiscom Treuhand GmbH	Gewerbefläche: 65.000 m²			X	CloudLAb Sales & Management GmbH	terrania.de
Industriepark Troisdorf GmbH	Troisdorf	GmbH	TroiKomm - kommunale Verwaltungs- und Beteiligungsgesellschaft mbH der Stadt Troisdorf	Fläche: 20 ha; Flächen zwischen 3.000 m² und 26.000 m² stehen zur Disposition			X	aude UG, Arte GbR, Brendebach Ingenieure GmbH, Degussa Bank GmbH, Dynos GmbH, Gerflor Mipolam GmbH, Spedition Hoss GmbH & CO. KG	industriestadtpark.de
Industriepark Kleve Udo Tjaden KG	Kleve	KG	Gewerbehof Am Pferdemarkt Helmut Tjaden KG	Gesamtfläche: über 100.000 m²; Hallen zwischen 40 m² und 4.000 m²			X	Canna Deutschland GmbH; Neopack	industriepark-kleve.de

Name	Standort/ Knotentyp	Rechts-form	Gesellschafter/ Eigentümer	Quantitative Unternehmensdaten	Wasser	Schiene	Straße	Anrainer	Quellen
Delta Energy Systems Property GmbH	Soest	GmbH	Delta Energy Systems (Germany GmbH)	Grundstückgröße: 84.000 m²; 12 Gebäude; 46.000 m² vermietbare Flächen; 30.000 m² Hallenflächen; 9.000 m² Büroflächen; 600 Parkplätze			X	Kverneland Group Germany GmbH, INPRODIUS Solutions GmbH, Targa GmbH, Sekrowest OHG	deltaenergysystems.com/de/ueber-uns northdata.de/Delta+Energy+Systems+%28Germany%29+GmbH,+Soest/Amtsgericht+Arnsberg+HRB+5717
Industriepark Lippe	Horn-Bad Meinberg	GmbH	Stadt Horn-Bad Meinberg	Industriefläche über 555.000 m²			X	VELOSIT GmbH & Co.KG, Kögle & Nunne GmbH, Perfectus Films GmbH	derindustrieparklippe.de horn-badmeinberg.de/Wirtschaft/Der-Industriepark-Lippe/
Veolia Industriepark Deutschland GmbH	Heinsberg	GmbH	Veolia Industrie Deutschland GmbH	Ca. 80 ha bebaute Flächen ca. 20 ha Freiflächen; Wärme und Dampfversorgung; Wasserversorgung und Abwasseraufbereitung			X	Allliander, AQUS, Deinwerk GmbH, MTE Haustechnik GmbH	veolia.de/industriepark
Industriepark Nienburg GmbH	Nienburg	GmbH	Eastman Chemical GmbH	Bevorratung von über 5.000 Artikeln			X	FLEXSYS, BASF, CHR. Hansen, Feralco, Amas, Pronova Bkk	industriepark-nienburg.de northdata.de/Industriepark+Nienburg+GmbH,+Nienburg%2FWeser/Amtsgericht+Walsrode+HRB+30621
Infraserv GmbH & Co. KG	Höchst	GmbH & Co. KG	Tochtergesellschaft der Celanese GmbH	120 Produktionsanlagen; 460 ha Gesamtfläche; 22.000 Beschäftigte; 90 Unternehmen am Standort; 2.000 Gigawattstunden/ Jahr Strom; 980 Pacht und Mietgebäude; 8 Milliarden Euro Investitionen 2000 bis 2020			X	Adolf Würth GmbH & CO. KG, AIR LIQUIDE Deutschland GmbH, Albermale Germany GmbH, Sanofi, Siemens AG, THC Pharm GmbH	infraserv.com www.industriepark-hoechst.com/de/stp/standort/unternehmen-am-standort/infraserv-gmbh-co.-hoechst-kg.html https://de.wikipedia.org/wiki/Infraserv_H%C3%B6chst

Name	Standort/ Knotentyp	Rechts-form	Gesellschafter/ Eigentümer	Quantitative Unternehmensdaten	Wasser	Schiene	Straße	Anrainer	Quellen
Logistikparks Kurzdefinition Logistikpark: Großflächige Anlage mit mehreren Einheiten und einem zentralen Betreiber. Die einzelnen Logistikflächen werden an verschiedene Unternehmen der Logistikbranche vermietet.									
Logistikpark Sauerland GmbH	Lüden-scheid	GmbH	CES Cargo Express Systems NW GmbH				X	CES Cargo Express System NW GmbH, Karl Scherer Spedition GmbH, HGS Gropengiesser GbR, Göbel Spedition GmbH, Sicherer Logistik Verwaltung GmbH	northdata.de/Logistikpark+Sauerland+GmbH,+L%C3%BCdenscheid/Amtsgericht+Iserlohn+HRB+9694 luedenscheid.de/buerge
Logistikpark Solingen GmbH	Neuss	GmbH	Hendricks Immobilienpark GmbH				X	L.W Cretschmar Süd GmbH & Co. KG	branchenbuchdeutschland.de/branchenbuch/eintrag/logistikpark-solingen-gmbh---neuss-81596202.html
AGR Betriebsführung GmbH	Herten	GmbH	AGR Abfallentsorgungs-gesellschaft Ruhrgebiet mbH	Ca. 950 Mitarbeiter; Recyclingrohstoffe: 23.000 t; Schlacke, Böden Baustoffe: 509.000 t; Abwasser 199.000 m³; Umsatz: ca. 200 Mio. Euro			X	Abfallkraftwerk RZR Herten AGR-DAR AGR-KAKO LAMBDA	agr.de
Gelog-Park Köln-Nord GmbH	Köln	GmbH	Stadt Köln	Möglichkeit der Grundstückspacht ab einer Fläche von über 500 m²			X	AVG-Ressourcen, DB Schenker AG, Kölner Gesellschaft für Arbeits- und Berufsförderung mbH, DHL Freight GmbH	gelog-park.de northdata.de/GeLog-Park+K%C3%B6ln-Nord+GmbH,+K%C3%B6ln/HRB+30784
Thelen Logistic GmbH & Co. KG	Essen	GmbH & Co. KG	Thelen Betriebsanlagen GmbH	Gesamtfläche von 43.220 m² (98 % Auslastung)			X	Amazon, DHL, AVON, H&M, Schleich, DACHSER	www.thelen-gruppe.com/ web2.cylex.de/firma-home/thelen-logistic-gmbh-_-co--kg-12126682.html
Dortmund Logistik GmbH	Dortmund	GmbH	DSW21 (51 %), TRAPP Real Estate GmbH & Co.KG (49 %)	Logistikfläche: ca. 34 ha; Gesamtfläche: ca. 58 ha			X	Prologis GmbH & Co.KG, REWE, DEG	tre-co.de/projekte/logistikpark-dortmund
ProLogis Germany Management GmbH	Kerpen	GmbH	ProLogis Holding GmbH & Co.KG	Gesamtfläche: 231.175 m²			X	Prologis GmbH & Co.KG	prologisgermany.de/sites/germany/files/documents/2018/01/broschuere_prologis_park_kerpen.pdf

Name	Standort/ Knotentyp	Rechts-form	Gesellschafter/ Eigentümer	Quantitative Unternehmensdaten	Wasser	Schiene	Straße	Anrainer	Quellen
KV-Terminals Kurzdefinition KV-Terminal: Umschlageinrichtung im Landesinneren, in der Ladeeinheiten zwischen verschiedenen Verkehrsträgern (Straße, Schiene, Wasserstraße) verladen werden.									
Südwestfalen Container-Terminal GmbH	Kreuztal	GmbH	Kombiverkehr Deutsche Gesellschaft für kombinierten Güterverkehr mbH & Co. KG, KSW Kreisbahn Siegen-Wittgenstein GmbH	Gesamtfläche von 18.500 m²; Zwei Umschlaggleise je 225 m; Abstellgleis 190 m; Umschlagsmenge: 45.000 Einheiten jährlich	X	X	X	Im Netzwerk mit: KombiConsult GmbH, PKV-Planungsgesellschaft kombinierter Verkehr Duisburg mbH, Südwestfalen Container-Terminal GmbH, KSW Kreisbahn Siegen - Wittgenstein GmbH, Kombiverkehr Intermodal Services AG	swct.de/ueber-uns
Rhein-Ruhr Terminal Gesellschaft für Container - und Güterumschlag GmbH	Duisburg	GmbH	HGK Shipping GmbH	Gesamtfläche: 43 ha; 500 m lange Kaimauer	X	X	X	PAPSTAR GmbH, ARKON Shipping GmbH & Co.KG, August Bertram GmbH & Co.KG, Gruber Logistik GmbH, Staci Deutschland GmbH, MBS Speditionsgesellschaft mbH	northdata.de/Rhein-Ruhr+Terminal+Gesellschaft+f%C3%BCr+Container-+und+G%C3%BCterumschlag+mbH,+Duisburg/HRB+4016 rrt.container-terminal.de/cms/front_content.php
DCH Düsseldorfer Container Hafen GmbH	Düsseldorf	GmbH	DB Cargo AG	13 Lkw-Stellplätze; Terminalfläche von 10.000 m²; Lagerfläche 70.000 m²	X	X	X	DB Schenker AG, KEMNA Bau Andreae GmbH & Co.KG, BLG Handelslogistik GmbH &. Co.KG, Flaschenpost Düsseldorf GmbH	dch.container-terminal.de
Container Terminal Dortmund GmbH	Dortmund	GmbH	Stadt Dortmund Dortmunder Stadtwerke (DSW21)	Terminalfläche: 60.000 m²; Gleislänge: 1.600 m; Packhalle: 800 m²; Außendepot: 30.000 m²	X	X	X	Contargo GmbH & Co.KG	ctddortmund.de/ contargo.net/de/terminals/dortmund/
Schwerlast Terminal Niederrhein GmbH	Wesel	GmbH	Hegmann Schwerlast Terminal Niederrhein GmbH	Hafenfläche: 50.000 m²; 160 t Portalkran; 400 m Kaianlage	X	X	X	NORDFROST GmbH & Co.KG	hegmann-transit.com/leistungen/schwergutthalle

Name	Standort/ Knotentyp	Rechts-form	Gesellschafter/ Eigentümer	Quantitative Unternehmensdaten	Wasser	Schiene	Straße	Anrainer	Quellen
CTH Container Terminal Herne GmbH	Herne	GmbH	Wanne-Herner Eisenbahn und Haffen GmbH (WHE)	Gesamtkapazität: 250.000 Ladeeinheiten jährlich; Zwei Portalkrananlagen mit einer Nutzlast von 45 t; 5 Zuglange Gleise; 400 Lkw-Trailer	X	X	X	Kombiverkehr PKPCARGO international, Duvenbeck/ DB Cargo Logistics, FOXrail, HSL Logistik GmbH	ct-herne.com
CTS Container Terminal GmbH	Köln	GmbH	HGK Shipping GmbH	Lagerfläche: 130.000 m²	X	X	X	DB Schenker AG, Talke Spedition GmbH & Co.KG	cts.container-terminal.de
DIT Duisburg Intermodal Terminal GmbH	Duisburg	GmbH	Rethmann SE & CO. KG	Lagerkapazität: 12.500 TEU; Kailänge/ Liegeplätze: 150 m und 240 m; Anzahl BahngleiseLänge: 6/ 700 m	X	X	X	CTT GmbH, EKB Container GmbH & Co.KG, FehS-Institut Forschung e.V.	contargo.net/ intermodal-terminals.eu/database/terminal/view/id/83
City Hubs Kurzdefinition City Hub: Ein am Rande eines Stadtgebiets gelegenes Konsolidierungszentrum, in dem Warenströme gesammelt, sortiert, gelagert und anschließend gebündelt in die Stadt transportiert werden.									
ONLINE Systemlogistik GmbH & Co.KG	Bottrop	GmbH & Co. KG	ONLINE Systemlogistik Verwaltungs-GmbH	6.000 m² Umschlagsfläche; 52 Tore			X		oslnet.de/de/west-hub-geht-an-den-start/ dvz.de/rubriken/land/spedition/detail/news/online-systemlogistik-mit-neuem-west-hub.html
ONLINE Systemlogistik GmbH & Co.KG	Porta Westfalica	GmbH & Co. KG	ONLINE Systemlogistik Verwaltungs-GmbH	2.000 m² Umschlagsfläche; 22 Tore			X		oslnet.de/de/systemlogistik/hub
CTL Cargo Trans Logistik AG	Düsseldorf	AG	Hasenauer + Koch GmbH & Co. KG	Gesamtfläche von 4000 m²; 170 Lkw; Tägliche Verteilung von über 7.000 Packstücken; 23 Tore			X		ctl-ag.de/2022/02/22/cargo-trans-logistik-ag-eroeffnet-eigenen-west-hub-in-duesseldorf
Sostmeier GmbH & Co.KG	Krefeld	GmbH & Co. KG	Sostmeier Beteiligungs-GmbH	Anzahl Mitarbeiter: 1.000; Lagerfläche: 135.000 m²			X		sostmeier.de/de/dienstleistungen/warehousing

Tabelle 8-14: Übersicht existierender logistischer Knoten (Auszug)

9 Literaturverzeichnis

3Dnatives SAS. (5. Dezember 2017). *3Dnatives SAS*. Abgerufen am 23. Februar 2023 von RAMLAB fertigt erfolgreich 3D-gedruckte Schiffsschraube: https://www.3dnatives.com/de/ramlab-051220175/

4flow. (o.J.). Abgerufen am 14. 03. 2023 von https://www.4flow.de/loesungen/business-process-outsourcing/4pl-und-managed-services.html

Abschnitte des Rheinlaufes. (o.J.). Von https://de.wikipedia.org/wiki/Rhein#/media/Datei:Rhein-Karte2.png abgerufen

Ackermann, F., & Eden, C. (2011). Strategic Management of Stakeholders. Theory and Practice. *Long Range Planning*, 179–196.

Adidas. (2017). *FRAGEN & ANTWORTEN ZUR ADIDAS x PARLEY PARTNERSCHAFT.*

AGEB. (2022a). *Energieflussbild 2020 (Detail).* AG Energiebilanzen e. V.

Agora Verkehrswende. (06 2020). *Liefern ohne Lasten:Wie Kommunen und Logistikwirtschaft den städtischen Güterverkehr zukunftsfähig gestalten können.* Abgerufen am 05. 02 2023 von Agora Verkehrswende: https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2019/Staedtischer-Gueterverkehr/Agora-Verkehrswende_Liefern-ohne-Lasten.pdf

Aktas, E., & Bourlakis, M. (2020). *Food Supply Chains in Cities - Modern Tools for Circularity and Substainability.* Cham, Schweiz: Springer Nature Switzerland AG.

Alba, D. (03 2012). *Le Projet TramFret*. Abgerufen am 03. 02 2023 von apur Atelier Parisien d'urbanisme: https://50ans.apur.org/data/b4s3_home/fiche/96/02_tramfret_69b3e.pdf

Alias, C., Broß, H., Dahlke, L., Gründer, D., Heerwagen, O., Pusch, L., & zum Felde, J. (2021). Designing a Decentralized Waterborne Container Transportation Service using Small Inland Vessels. In *Making Connected Mobility Work. Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte.* Berlin u.a.: Springer-Verlag.

Allgemeine Verwaltungsvorschriften zur Straßenverkehrordnung (VvW-StVO), Randnummer 23 zu §2. (8. 11 2021). Abgerufen am 27. 02 2023 von https://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund_26012001_S3236420014.htm

Allianz pro Schiene e.V. (30. 08 2016). *Überblick: Wie der Güterzug länger werden kann*. Abgerufen am 03. 02 2023 von Allianz pro Schiene: https://www.allianz-pro-schiene.de/themen/aktuell/740-meter-gueterzug/

Allianz pro Schiene e.V. (2023). *Güterverkehr - Mehr Verkehr auf die Schiene*. Abgerufen am 02. 02 2023 von Allianz pro Schiene: https://www.allianz-pro-schiene.de/themen/gueterverkehr/

Alois-Müller-Gruppe. (o.J.). Green Factory. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://alois-mueller.com/unternehmen/energiekonzept/

Altenburger, R. (2016). Gesellschaftliche Verantwortung und Stakeholdermanagement. Strategische Herausforderungen und Chancen. In R. Altenburger, & R. H. Mesicek, *CSR und Stakeholdermanagement. Strategische Herausforderungen und Chancen der Stakeholdereinbindung* (S. 13-27). Berlin; Heidelberg: Springer.

Annebäck, M. (10. 05 2017). *Rescued Fruits (Gerettete Früchte) sind nachhaltig!* Abgerufen am 24. November 2022 von Hällde.com: https://www.hallde.com/de/2017/05/rescued-fruits-gerettete-fruechte-sind-nachhaltig/

ANTRIC GmbH. (2023). *Easy loading*. Abgerufen am 05. 02 2023 von Antric: www.antric.de

ARL. (2021). *ARL – Akademie für Raumentwicklung in der Leibniz-Gemeinschaft*. Von Raumordung: https://www.arl-net.de/lexica/de/raumordnung?lang=en abgerufen

August Wilhelm Scheer Institut für digitale Produkte und Prozesse gGmbH. (2023). *IM+io*. Abgerufen am 23. Februar 2023 von Supply Chain 4.0: Revolution in der Logistik durch 3D-Druck: https://www.im-io.de/digitalisierung/supply-chain-4-0-revolution-in-der-logistik-durch-3d-druck/

Back Market. (22. 11 2022). *Backmarket.de*. Von https://www.backmarket.de/de-de abgerufen

Barham, J. (2017). *Mit regionalen Food Hubs skalieren.* (USDA.gov, Hrsg.) Abgerufen am 20. Juli 2022 von USDA: https://www.usda.gov/media/blog/2010/12/14/getting-scale-regional-food-hubs

BASF. (2021). Innovative Verfahren für eine klimafreundliche Chemie. Abgerufen am 4. 11. 2022 von https://bericht.basf.com/2021/de/aktionaere/basf-am-kapitalmarkt/methanpyrolyse.html

Bauernhansl, T., ten Hompel, M., & Vogel-Heuser, B. (2014). *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik.* Wiesbaden: Springer Vieweg.

Bauerntüte. (2022). *Bauerntüte - Über uns*. Abgerufen am 6. September 2022 von Bauerntüte: https://bauerntuete.de/bauerntuete-wir-ueber-uns-lebensmittel-online-bestellen/

BauNVO. (2017). *Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO)*. Abgerufen am 05 2021 von https://www.gesetze-im-internet.de/baunvo/

BBSR. (2023). *Laufende Stadtbeobachtung - Raumabgrenzungen.* Abgerufen am 05. 02 2023 von BBSR: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/raumbeobachtung/Raumabgrenzungen/deutschland/gemeinden/StadtGemeindetyp/StadtGemeindetyp.html

BDEW. (2022a). *Die Energieversorgung 2021.* Berlin: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

BDEW. (2022b). Großwärmepumpe: Alles im Fluss. Abgerufen am 05. 01. 2023

BDW. (o.J.). Wasserkraft in den Bundesländern. Bundesverband Deutscher Wasserkraftwerke. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.wasserkraft-deutschland.de/wasserkraft/wasserkraft-in-den-bundeslaender.html

Beckmann, H. (2004). In H. Beckmann, C. Thünemann, & J. Erlemann, *Supply Chain Management: Strategien und Entwicklungstendenzen in Spitzenunternehmen* (S. 161-181). Berlin Heidelberg: Springer.

Beckmann, H. (2012). *Prozessorientiertes Supply Chain Engineering.* Wiesbaden: Springer Gabler.

Beckmann, H. (04. 05 2017). *Smart Parks - Logistik und Bioökonomie.* (Beckmann, Holger, Interpret) Fachtagung Logistikkonzepte in der Bioökonomie und Circular Economy, Düsseldorf.

Beckmann, H. (31. 5 2022a). SPaCiH Livinglab Hafen Krefeld. Krefeld.

Beckmann, H. (28. 4 2022b). SMART PARK CITY HUB – NETZ als Enabler der Circular Economy. Krefeld: Vortrag.

Beckmann, H. (2023a). *Smart Park der nachhaltige Industriepark der Bioökonomie.* Berlin u.a. (zur Veröffentlichung vorgesehen): Springer-Verlag.

Beckmann, H. (2023b). *Smart Park City Hub - Das Konzept einer innovativen City Logistik.* Berlin u.a.: Springer-Verlag (zur Veröffentlichung vorgesehen).

Beckmann, H., & Ries, R. (2020). *Projekt- und Forschungsidee zu SmartPark-City-Hubs und virtuelle Infrastruktur (SPaCiH).* Mönchengladbach: Internes Dokument GEMIT, Hochschule Niederrhein.

Beckmann, H., & Ries, R. (2022). SmartPark-City-Hubs - Das City- und Regio-Logistik-Netzwerk der Zukunft. In H. Proff, *Towards the New Normal in Mobility* (Bd. 14. Wissenschaftsforum Mobilität). Berlin: Springer.

Beckmann, H., & Ries, R. (2023). Smart Park City hubs - Das City- und Regio-Logistik-Netzwerk der Zukunft. In H. Proff, *Towards the New Normal in Mobility (Bd. 14 Wissenschaftsforum Mobilität).* Berlin: Springer.

BEHALA. (2023). *Unsere Logistikdienstleistungen.* Abgerufen am 05. 02 2023 von BEHALA: https://www.behala.de/unsere-logistikdienstleistungen/

BENZ24. (2021). *Regelungen im Schallschutz: Schallschutznachweis*. Abgerufen am 12. 07 2021 von Regelungen im Schallschutz: Schallschutznachweis: https://benz24.de/schallschutznachweis/

Bergel, S. (2021). Pipeline, Schiff oder LKW: Welche Transportoptionen kommen für Wasserstoff in Frage? Abgerufen am 26. 10. 2022 von https://www.umsicht.fraunhofer.de/de/presse-medien/pressemitteilungen/2021/wasserstoffimport.html#:~:text=Um%20in%20den%20kommenden%20Jahren%20die%20Versorgung%20mit,Ausland%20den%20deutschen%20Bedarf%20bis%202030%20nicht%20decken

Bestfakt. (30. 01 2015). *www.bestfact.net.* Abgerufen am 14. 03 2023 von https://www.researchgate.net/publication/283150066_BESTFACT_Best_Practice_Handbook_2/link/562cb5bc08ae518e34822e91/download

Bey, C. (2012). Eco-industrielle Parks als strategische Allianzen — wie gut passen die Partner zusammen? In M. Hauff, R. Isenmann, & G. Müller-Christ, *Industrial Ecology Management: Nachhaltige Entwicklung durch Unternehmensverbünde* (S. 143-151). Wiesbaden: Springer Gabler.

BGR. (2022). *BGR - Energiestudie Daten und Entwicklungen der deutschen und globalen Energieversorgung.* Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.

bitpage. (2023). *Die DHL Packstation erklärt.* Abgerufen am 05. 02 2023 von bitpage: https://bitpage.de/die-dhl-packstation-erklaert/

Bloche-Daub, K., Hartmann, H., Hofbauer, H., Kaltschmitt, M., Pfeiffer, D., Thormann, L., & Thrän, D. (2016). Einleitung und Zielsetzung. In H. Hofbauer, *Energie aus Biomasse* (S. 1-72). Berlin: Springer-Verlag.

Blumenthal, U. (06. 09 2022). *Neue Transportkonzepte für die Binnenschifffahrt*. Abgerufen am 02. 02 2023 von Deutschlandfunk: https://www.deutschlandfunk.de/flache-frachter-neue-transportkonzepte-fuer-die-100.html

BMBF. ((o.J.)). Nationale Wasserstoffstrategie: Grüner Wasserstoff als Energieträger der Zukunft. Deutschland. Abgerufen am 28. 10 2022 von https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/energiewende-und-nachhaltiges-wirtschaften/nationale-wasserstoffstrategie/nationale-wasserstoffstrategie_node.html

BMBF. (2020). Bundesregierung verabschiedet Wasserstoffstrategie. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Abgerufen am 26. 10. 2022 von https://www.fona.de/de/aktuelles/nachrichten/2020/nationale-wasserstoffstrategie-verabschiedet.php

BMDV. (10 2012). *Nationaler Radverkehrsplan (NRVP) 2020.* (BMVBS, Hrsg.) Abgerufen am 05. 02 2023 von BMDV: https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/publikationen/nationaler-radverkehrsplan-nrvp-2020-1727056

BMDV. (2022). *Bundesministerium für digitales und Verkehr*. Abgerufen am 18. 12 2022 von BMDV: https://bmdv.bund.de/DE/Home/home.html

BMVI. (2014). *Verkehrsverflechtungsprognose 2030: Schlussbericht Los 3.* Schlussbericht, Berlin.

BMVI. (13. 04 2021). *Verkehr in Zahlen 2020/21.* (B. f. Infrastruktur, Hrsg.) Von https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/verkehr-in-zahlen-2020-pdf.pdf?__blob=publicationFile abgerufen

BMWi. (o.J.). Die Nationale Wasserstoffstrategie. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie . Von https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=20 abgerufen

BMWK. (2023). *bmwk.de*. Von https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/photovoltaik-stategie-2023.pdf?__blob=publicationFile&v=6 abgerufen

Böck, H. (2021). "Türkiser" Wasserstoff mit kritischer Klima-Bilanz. Abgerufen am 4. 11. 2022 von "Türkiser" Wasserstoff mit kritischer Klima-Bilanz

Bogdanski, P. D.-I. (03 2017). *Nachhaltigkeitsstudie 2017.* (BIEK, Hrsg.) Abgerufen am 02. 02 2023 von BIEK: https://www.biek.de/publikationen/studien.html?page=2%20abgerufen

Bönders GmbH Spedition. (2023). *Dienstleistungen*. Abgerufen am 13. 02 2023 von https://www.boenders.de/services/kontraktlogistik/

Bonus, M. (5. April 2022). Interview mit Mark Bonus von AZ Kempen. (Felix Claßen und Eric Kempkens, Interviewer)

Brainergy Park Jülich. (2018). Masterplan: Dokumentation. Jülich. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.brainergy-park.de/

Bramsiepe, A. (21. 02 2022). *Besuch des Parlamentarischen Staatssekretärs des BMDV*. Abgerufen am 02. 02 2023 von FZI Logiktram: https://logiktram.de/termine-news/besuch-des-parlamentarischen-staatssekretaers-des-bmdv/

Braun, N., Wolter, D., Stuhldreier, J., & Spitzner, G. (2015). *Zukunftsinitiative Kompetenzregion NiederRhein (ZIKON 2020).* (N. I.-u. Handelskammer, Hrsg.) Abgerufen am 11. November 2022 von Niederrheinische Industrie- und Handelskammer Duisburg: https://www.ihk.de/blueprint/servlet/resource/blob/3979096/1e23bb932a7f13f16388388df9c6ac36/zikon-2020-data.pdf

Brescakovic, D. (2022). *Aufzeigen des CO2e-Einsparpotenzials im Güterverkehr durch die Verlagerung von Lkw-Transporten auf Bahn auf Binnenschiff.* Bachelorarbeit, Hochschule Niederrhein - University of Applied Sciences, Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen (09), Krefeld.

Browne, M., Sweet, M., Woodburn, A., & Allen, J. (2005). *Urban Fright Consolidation Centres. Final Report.* London: University of Westminster, Transport Studies Group. Von https://ukerc.rl.ac.uk/pdf/RR3_Urban_Freight_Consolidation_Centre_Report.pdf abgerufen

BtX energy. (o.J.). Bio-to-X – Wasserstoff aus Biogas. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://btx-energy.de/technologien/reformer/

Buchholz, B., & Bürger, M. (2020). *Der Geschäftsmodell-Toolguide.* Frankfurt und New York: Campus Verlag.

Buchholz, P., & Clausen, U. (2009). *Große Netze der Logistik. Die Ergebnisse des Sonderforschungsbereichs 559.* (U. Clausen, Hrsg.) Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Bugert, N., & Schöpfel, M. (2021). Design of a Framework Model for the Implementation and Application of a Supply Chain Event Management System. In R. Fritzsche, S. Winter, & J. Lohmer, *Logistik in Wissenschaft und Praxis: Von der Datenanalyse zur Gestaltung komplexer Logistikprozesse* (S. 45-65). Wiesbaden: Springer.

BUND - Bund für Umwelt und Naturschutz. (März 2021). *Den städtischen Lieferverkehr nachhaltig gestalten - Ein Instrumentenkasten für Kommunen.* Berlin. Von https://repository.difu.de/jspui/bitstream/difu/580766/1/mobilitaet_nachhaltiger_lieferverkehr_instrumentenkasten.pdf abgerufen

Bundesagentur für Arbeit. (2022). *Branchen im Fokus*. Abgerufen am 11. November 2022 von https://statistik.arbeitsagentur.de: https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Statistiken/Interaktive-Statistiken/Branchen-im-Fokus/Branchen-im-Fokus-Nav.html

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. (2022). *Bundesraumordnung*. Abgerufen am 5. April 2022 von https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/themen/raumentwicklung/bundesraumordnung/_node.html

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. (2022). *BGR legt umfangreiche Studie zu Sand und Kies in Deutschland vor:*. Abgerufen am 23. 03 2023 von https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Oeffentlichkeitsarbeit/Pressemitteilungen/BGR/bgr_2022-12-01_pm_bgr-studie-sand-kies-deutschland.html?nn=1542132

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2021). Abgerufen am 16. 11 2021 von https://www.bmel-statistik.de/ernaehrung-fischerei/versorgungsbilanzen

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Digitale Bundeswasserstraßenkarte. (2019). Abgerufen am 08 2022 von https://www.gdws.wsv.bund.de/SharedDocs/Down-

loads/DE/Karten/Karten_neu/DBWK1000_Generaldirektion.pdf?__blob=publicationFile&v=12

Bundesregierung. (2020). Wasserstoff – Schlüssel für mehr Klimaschutz in Europa. Deutschland. Abgerufen am 23. 10. 2022 von https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/eu-wasserstoffstrategie-eu-rat-1795282

Bundesverband der Regionalbewegung e.V. (2022). *Leitbild des Bundesverband der Regionalbewegung e.V.* Abgerufen am 2. Dezember 2022 von Bundesverband der Regionalbewegung e.V.: https://www.regionalbewegung.de/bewegung/leitbild/

Bundesverband Geothermie. (o.J.a). Tiefe Geothermie. Abgerufen am 05. 01. 2023 von https://www.geothermie.de/geothermie/geothermische-technologien/tiefe-geothermie.html

Bundesverband Geothermie. (o.J.b). Geothermie in Zahlen. Abgerufen am 01. 01. 2023 von https://www.geothermie.de/geothermie/geothermie-in-zahlen.html

Bundesverband Wärmepumpe e.V. (o.J.). Wie funktioniert die Wärmepumpe? Bundesverband Wärmepumpe. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/funktion-waermequellen/

Bundeswasserstraßenkarte (Ausschnitt). (o.J.). Von www.gdws.wsv.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Karten/Karten_neu/DBWK1000_Generaldirektion.pdf;jsessionid=E36A8EDB0739C24C18415F19D91E19C8.live11293?__blob=publicationFile&v=12 abgerufen

Büren, A., Riempp, G., & Gebert, H. (2003). *Integriertes Wissensmanagement.* Berlin: Springer-Verlag.

Bussgeld-info. (2023). *Bussgeldkatalog PKW*. Abgerufen am 02. 02 2023 von Bussgeld-info: https://www.bussgeld-info.de

Bußmann, W. (2012). *Geothermie - Energie aus dem Innern der Erde.* Bonn: Fraunhofer IRB Verlag.

Butter, I. (09. 01 2020). *Elektro-LKW 2021: Hersteller & Modelle von Elektro-Transportern*. Abgerufen am 02. 02 2023 von EFAHRER: https://efahrer.chip.de/e-wissen/e-lastwagen-2021-hersteller-modelle-von-elektro-lkw_10378

BVL. (04 2014). *Nachhaltige Logistik in urbanen Räumen.* (B. Logistik, Hrsg.) Abgerufen am 05. 02 2022 von BVL: https://www.bvl.de/misc/filePush.php?id=24558&name=BVLA14+Gruenbuch+Urbane+R%C3%A4ume.pdf

BVL. (2020). *BVL Trends*. Abgerufen am 22. 12 2022 von BVL: https://www.bvl-trends.de/trend/

BWE. (2022). Industrie- und Gewerbegebiete für Windenergienutzung öffnen. Bundesverband WindEnergie e.V. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.wind-energie.de/presse/pressemitteilungen/detail/industrie-und-gewerbegebiete-fuer-windenergienutzung-oeffnen/

CargoBeamer AG. (2023). *So funktioniert der Umschlag*. Abgerufen am 04. 02 2023 von CargoBeamer: https://www.cargobeamer.de/was-wir-tun.html

Cargobike.jetzt. (2023). *Mit dem Cargobike auf dem Radweg*. Abgerufen am 30. 01 2023 von Cargobike.jetzt: https://www.cargobike.jetzt/tipps/radwegenutzung/

CargoCap GmbH. (2023a). *CargoCap Kreuzung.* Abgerufen am 04. 02 2023 von CargoCap: http://www.cargocap.de/files/cargocap_images/CargoCap_Kreuzung_450p201101.jpg

CargoCap GmbH. (2023b). *Was ist CargoCap?* Abgerufen am 04. 02 2023 von http://www.cargocap.de/content/was-ist-cargocap

Cargos sous terrain AG. (09 2020). Abgerufen am 04. 02 2023 von Cargos sous terrain : https://www.cst.ch/wp-content/uploads/2020/09/Web-Quality-Master-2.jpg

Cargos sous terrain AG. (2023). *Was ist CST*. Abgerufen am 04. 02 2023 von Cargos sous terrain : https://www.cst.ch/was-ist-cst/

Carnol, C. (25. 11 2020). Internes Papier zur Videokonferenz 25.11.2020. *Rheinhafen Krefeld*.

cdf Schallschutz. (2021). *Industrie- und Gewerbelärm*. Abgerufen am 12. 07 2021 von Industrie- und Gewerbelärm: https://www.cdf-schallschutz.de/pages/leistungen/schallimmissionsschutz/industrie--und-gewerbelacurrenrm.php

Chemion Logistik GmbH. (2023). Abgerufen am 08. 03 2023 von Chemion Logistik GmbH: https://www.chemion.de/startseite/

Chertow, M. R. (2000). Industrial symbiosis: literature and taxonomy. *Annual review of energy and the environment*, 313-337.

Church, R., & ReVelle, C. (1974). Maximal Covering Location Problem. *Papers of the Regional Science Association*(32), S. 101-118.

Citkar GmbH. (2023). *Citkar*. Abgerufen am 02. 02 2023 von Citkar: https://citkar.com/de

Cityhub. (03 2023). *https://cityhub.nl/*. Von Cityhub.nl: https://cityhub.nl/ abgerufen

CityPorto. (2023). *https://www.interportopd.it/en/cityporto/*. Abgerufen am 13. 03 2023 von https://www.interportopd.it/en/cityporto/

CONTARGO. (o.J.). *Terminal Emmelsum*. Abgerufen am 23. März 2023 von https://www.contargo.net/de/terminals/emmelsum/#about

corporate.walmart.com. (24. 05 2022). Abgerufen am 27. 02 2023 von https://corporate.walmart.com/newsroom/2022/05/24/were-bringing-the-convenience-of-drone-delivery-to-4-million-u-s-households-in-partnership-with-droneup

Currenta. (2023). *Standorte*. Abgerufen am 09. 03 2023 von Currenta: https://www.currenta.de/medien/chempark-standorte.html

Dahm, M., & Thode, S. (2018). *Strategie und Transformation im digitalen Zeitalter.* Wiesbaden : Springer-Verlag.

DB Netz AG. (2023a). *Richtlinie 408 "Fahrdienstvorschrift", gültig ab 13.12.2015*. Abgerufen am 02. 02 2023 von DB Netz : https://www.dbnetze.com/infrastruktur-de/Kundeninformationen/2014_44_ril408_Internet-1441150

DB Netz AG. (2023b). *Seit 2016 verkehren 835 m lange Güterzüge auch aus dem Hamburger Hafen*. Abgerufen am 02. 02 2023 von DB Netz: https://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/kunden/betrieb/laengere_gueterzuege-1393340

DB Netze Infrastrukturregister. (o.J.). Von https://geovdbn.deutschebahn.com/isr abgerufen

DB_Cargo. (10 2021). Von https://railway.tools/#/de abgerufen

DB_Cargo. (2022a). Von https://www.dbcargo.com/rail-de-de/logistik-news/musterbeispiel-fuer-bahnlogistik-multi-hub-hamm-westfalen-6554102 abgerufen

DB_Cargo. (2022b). Abgerufen am 08 2022 von https://netzwerk.dbcargo.com/de/

de Leeuw, P., Ecker, C., & Hladny, T. (2014). Infrastruktur: Verkehrs- und Informationssysteme. In J. Pfeiffer, & P. Knieß, *Grünbuch: Nachhaltige Logistik in urbanen Räumen* (S. 55 - 73). Wien Bremen: BVL Österreich Wien.

DeltaPort GmbH & Co. KG. (2019a). *Häfen NRW 4.0 – Forschungsprojekt zur Entwicklung eines digitalen Hafennetzwerks wird vom Bundesverkehrsministerium gefördert*. Abgerufen am 11. November 2022 von DeltaPort GmbH & Co. KG: https://www.deltaport.de/pressemitteilungen/gruendung-der-deltaport-niederrheinhaefen-gmbh-2-2-2-2-2-2/

DeltaPort GmbH & Co. KG. (2019b). *DeltaPort. Logistik am Niederrhein.* (D. G. KG, Hrsg.) Abgerufen am 11. November 2022 von DeltaPort GmbH & Co. KG: https://www.deltaport.de/download/broschuere-deltaport-gmbh-co-kg-wesel-2/?wpdmdl=9131&refresh=637b9fa169fa61669046177

DeltaPort GmbH & Co. KG. (2020a). *Exposé Rhein-Lippe-Hafen Wesel - "Positioniert in der Champion-Region Niederrhein".* Abgerufen am 12. April 2022 von DeltaPort GmbH & Co. KG: https://www.deltaport.de/download/expose-rhein-lippe-hafen-wesel-3/?wpdmdl=9245&refresh=622f15c5a57521647252933

DeltaPort GmbH & Co. KG. (2020b). *Exposé Hafen Emmelsum: "Positioniert in der Champion-Region Niederrhein".* Abgerufen am 12. April 2022 von DeltaPort GmbH & Co. KG: https://www.deltaport.de/download/expose-hafen-emmelsum-2/?wpdmdl=9194&refresh=620a5e836f0b91644846723

DeltaPort GmbH & Co. KG. (2022a). *DeltaPort. Wo die Zukunft vor Anker geht.* Abgerufen am 12. April 2022 von DeltaPort GmbH & Co. KG: https://www.deltaport.de/deltaport/wir-ueber-uns/

DeltaPort GmbH & Co. KG. (2022b). *Häfen*. Abgerufen am 11. November 2022 von DeltaPort GmbH & Co. KG: https://www.deltaport.de/haefenbahnen/haefen/

DeltaPort GmbH & Co. KG. (2022c). *Hafen-Steckbrief "Hafen Emmelsum".* Abgerufen am 12. April 2022 von DeltaPort GmbH & Co. KG: https://www.deltaport.de/download/hafensteckbrief-hafen-emmelsum/?wpdmdl=18558&refresh=62554095b3b991649754261

DeltaPort GmbH & Co. KG. (2022d). *Hafen-Steckbrief "Rhein-Lippe-Hafen".* Abgerufen am 11. November 2022 von DeltaPort GmbH & Co. KG: https://www.deltaport.de/download/deltaport-hafensteckbrief-rhein-lippe-hafen/?wpdmdl=6628&refresh=6038da90cb0c11614338704

DeltaPort GmbH & Co. KG. (2022e). *Hafen-Steckbrief "Stadthafen Wesel".* Abgerufen am 11. November 2022 von DeltaPort GmbH & Co. KG: https://www.deltaport.de/download/deltaport-hafensteckbrief-stadthafen-wesel-2/?wpdmdl=16594&refresh=6038da90cc8d01614338704

DeltaPort GmbH & Co. KG. (2022f). *Grundstücke im Rhein-Lippe-Hafen Wesel*. Abgerufen am 12. April 2022 von DeltaPort GmbH & Co. KG: https://www.deltaport.de/deltaport/flaechenangebote/grundstuecke-im-rhein-lippe-hafen-wesel/

DeltaPort GmbH & Co. KG. (2022g). *Grundstücke im Hafen Emmelsum*. Abgerufen am 12. April 2022 von DeltaPort GmbH & Co. KG: https://www.deltaport.de/deltaport/flaechenangebote/grundstuecke-im-hafen-emmelsum/

DeltaPort GmbH & Co. KG. (2022h). Our Port - Your Vision (Internes Dokument.

DeltaPort GmbH & Co. KG. (2022i). *BEOS Logistics feiert Richtfest für Logistikzentrum Wesel am Niederrhein*. Abgerufen am 23. 03 2023 von https://www.deltaport.de/beos-logistics-feiert-richtfest-fuer-logistikzentrum-wesel-am-niederrhein/

DeltaPort GmbH & Co. KG. (2023). *Umweltbericht 2021.* Von https://www.deltaport.de/wp-content/uploads/2023/01/DP-Umweltbericht-2021-DE.pdf abgerufen

DeltaPort GmbH & Co. KG. (o. J.). Our Port - Your Vision: „Cool Corridor" (Internes Dokument).

DeltaPort Niederrheinhäfen. (2021). *Nordfrost in Wesel: Hafenbetrieb gestartet!* Abgerufen am 2. Januar 2023 von DeltaPort Niederrheinhäfen: https://deltaport-niederrheinhaefen.de/nordfrost-in-wesel-hafenbetrieb-gestartet

DeltaPort Niederrheinhäfen. (2023). *BEOS Logistics siedelt sich mit dem Ankerkunden Rhenus am Rhein-Lippe-Hafen in Wesel an*. Abgerufen am 23. 03 2023 von https://deltaport-niederrheinhaefen.de/beos-logistics-siedelt-sich-mit-dem-ankerkunden-rhenus-am-rhein-lippe-hafen-in-wesel-an

DERDA Gruppe. (2023). *Über uns*. Abgerufen am 13. 02 2023 von https://derda.de/standorte/

Deutsche Post DHL Group. (10. 12 2019). *Cubicycle in New York City: DHL testet Einsatz von Lastenrädern in Pilotprojekt mit Amazon und UPS*. Abgerufen am 04. 02 2023 von https://www.dpdhl.com/de/presse/pressemitteilungen/2019/cubicycle-in-new-york-city-dhl-testet-einsatz-von-lastenraedern-in-pilotprojekt-mit-amazon-und-ups.html

Deutsche Post DHL Group. (28. 10 2022a). *Deutsche Post DHL startet Pakettransport per Straßenbahn in Schwerin*. Abgerufen am 02. 02 2023 von Deutsche Post DHL Group: https://www.dpdhl.com/de/presse/pressemitteilungen/2022/deutsche-post-dhl-startet-pakettransport-per-strassenbahn-in-schwerin.html

Deutsche Post DHL Group. (11 2022b). *Pakettransport per Straßenbahn in Schwerin.* Abgerufen am 02. 02 2023 von Deutsche Post DHL Group: https://www.dpdhl.com/content/dam/dpdhl/de/media-relations/text-generic-1592x896/medienservice/2022/11/ms-11-2022-paketbahn-jensschlueter.jpg

DHL Freight Connections. (02. 02 2022). *Logistik Trends 2022: Die Zukunft der Logistik ist digital und nachhaltig*. Abgerufen am 22. 12 2022 von Freight Connections DHL Freight: https://dhl-freight-connections.com/de/trends/logistik-trends-2022-die-zukunft-der-logistik-ist-digital-und-nachhaltig/

DHL Paket GmbH. (01. 01 2021). *Preisübersicht.* Abgerufen am 30. 01 2023 von DHL: https://www.dhl.de/content/dam/images/pdf/dhl-paket-pk-preisuebersicht-012021.pdf

DIN 30781. (1989). *DIN 30781-1 Transportkette; Grundbegriffe.* (D. e. V., Hrsg.) Berlin: Beuth.

Dohrmann, K., Toy, J., Pitcher, E., Selders, J., Grauf, T., Lauer, S., . . . Albanese, I. (2022). *The Logistics Trend Radar 6.0*. Abgerufen am 22. 12 2022 von DHL: https://www.dhl.com/global-en/home/insights-and-innovation/insights/logistics-trend-radar.html

Douglas, M., Schubert, T., & Schuhmacher, T. (2020). Von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2020_12_14_texte_236-2020_staedtischer_gueterverkehr.pdf abgerufen

DST. (2022). *DeConTrans*. Von https://www.dst-org.de/decontrans/ abgerufen

DStGB. (26. 11 2010). *Europa-Legende: 80% der Europäer leben in Städten?* Abgerufen am 05. 02 2023 von DStGB: https://www.dstgb.de/themen/europa-und-internationales/archiv/europa-legende-80-der-europaeer-leben-in-staedten/

Ducktrain. (02 2023). *https://ducktrain.io/de/*. Von Ducktrain.de: https://ducktrain.io/de/ abgerufen

Durlacher.de. (09. 12 2022). *www.durlacher.de.* Abgerufen am 27. 02 2023 von https://www.durlacher.de/start/neuigkeiten-archiv/artikel/2022/dezember/09/regiokargotramtrain-in-karlsruhe-erhaelt-als-leuchtturmprojekt-foerderung

DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung. (05. 06 2014). *Altlasten können die Existenz kosten*. (DVV Media Group GmbH) Abgerufen am 06 2021 von https://www.dvz.de/rubriken/logistikimmobilien/detail/news/altlasten-koennen-die-existenz-kosten.html

DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung. (2017). *Jan Ninnemann ist neuer Präsident des DVWG*. (DVV Media Group GmbH) Von https://www.dvz.de/rubriken/menschen/detail/news/jan-ninnemann-ist-neuer-praesident-des-dvwg.html abgerufen

DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung. (2022). *City Logistik auf der Seine*. (DVV Media Group GmbH) Von DVZ: https://www.dvz.de/rubriken/land/binnenschifffahrt/detail/news/city-logistik-auf-der-seine.html abgerufen

DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung. (02. 08 2022). *Citylogistik: DB Cargo unterstützt Smart City Loop*. (DVV Media Group GmbH) Von https://www.dvz.de/rubriken/land/strasse/detail/news/citylogistk-db-cargo-unterstuetzt-smart-city-loop.html abgerufen

DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung. (2022). *Rhenus prägt den Deltaport*. (GmbH, DVV Media Group) Abgerufen am 23. 03 2023 von https://www.dvz.de/rubriken/logistik/detail/news/rhenus-praegt-den-deltaport.html

DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung. (2023). *City Logistik auf der Seine*. (DVV Media Group GmbH) Von DVZ: https://www.dvz.de/rubriken/land/binnenschifffahrt/detail/news/city-logistik-auf-der-seine.html abgerufen

EBA -Eisenbahn-Bundesamt. (04. 01 2017). *Richtlinie zur Förderung von Investitionen in Umschlaganlagen des Kombinierten Verkehrs.* Von eba.bund.de: https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Finanzierung/KV/44_FRL_%20KV.pdf;js

essionid=9517D693AB9A4A67B124895CF7DC5537.live11292?__blob=publicationFile&v=4 abgerufen

EBA -Eisenbahn-Bundesamt. (2022). *Thema: Bahnbetrieb*. Von https://www.eba.bund.de/DE/Themen/Eisenbahnunternehmen/eisenbahnunternehmen_node.html abgerufen

ECF Farmsystems. (2022). *Planung, Bau & Betrieb*. Abgerufen am 15. Dezember 2022 von ecf-farmsystems: https://www.ecf-farmsystems.com/planungbaubetrieb

ECF Farmsystems. (2023). *ECF Farm Berlin*. Abgerufen am 3. Januar 2023 von ECF Farmsystems: https://www.ecf-farm.de/

Eckert, W. (2022). Flusswärmepumpe als klimafreundlicher Energielieferant. Abgerufen am 05. 01. 2023 von https://www.swr.de/wissen/so-funktioniert-eine-flusswaermepumpe-102.html

Ecomento. (02 2020). *Streetscooter Work.* Abgerufen am 02. 02 2023 von Ecomento: https://ecomento.de/wp-content/uploads/2020/02/Streetscooter-work.jpg

Elbert, R., & Gleser, M. (2019). Digital Forwarders. In C. Bierwirth, T. Kirschstein, & D. Sackmann, *Logistics Management* (S. 19-31). Halle: Springer.

Elbtainer Programming UG. (05. 07 2017). *Europaletten im Container – der Pallet Wide.* Abgerufen am 04. 02 2023 von Containerbasis: https://www.containerbasis.de/blog/allgemein/europaletten-im-container-der-pallet-wide/

Elbtainer Trading GmbH. (2023). *Aufstellung mit dem Seitenlader*. Abgerufen am 04. 02 2023 von Seecontainer: https://seecontainer.biz/abladen/#

Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the Circular Economy.*

EN:Former. (2022). Energie aus dem Rhein: Flusswärmepumpe soll nachhaltig heizen. Abgerufen am 05. 01. 2023 von https://www.en-former.com/energie-aus-dem-rhein-flusswaermepumpe-soll-nachhaltig-heizen/

Energie-Experten. (o.J.). Moers: Erdwärme und Luftwärme versorgen Gewerbepark. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.energie-experten.org/projekte/moers-erdwaerme-und-luftwaerme-versorgen-gewerbepark

Energiepark Mainz. (o.J.). Energiepark. Mainz. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.energiepark-mainz.de/projekt/energiepark/

Engels, G. C. (2017). *IT-Plattformen für die Smart Service Welt acatech DIKSUSSION.* München: Herbert Utz Verlag: acatech Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.

Esser, H. (1986). Können Befragte lügen? Zum Konzept des "wahren" Wertes im Rahmen der handlungstheoretischen Interpretation des Befragtenverhaltens. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, S. 314-336.

Estrima S.p.A. (2023). *Birò I'm easy*. Abgerufen am 04. 02 2023 von Estrima: https://www.estrima.com/de/

Eurailpress. (20. 10 2020). *Dresden: Ende der CargoTram im Dezember*. Abgerufen am 02. 02 2023 von Eurailpress: https://www.eurailpress.de/nachrichten/fahrzeuge-komponenten/detail/news/dresden-ende-der-cargotram-im-dezember.html

Europäische Kommission. (2020a). Mit dem Strom schwimmen: Nutzung der Energie von fließendem Wasser zur Energieerzeugung. Abgerufen am 05. 01. 2021 von https://cordis.europa.eu/article/id/422058-go-with-the-flow-harnessing-the-energy-of-moving-water-to-generate-electricity/de

Europäische Kommission. (2020b). *Eine Wasserstoffstrategie für ein klimaneutrales Europa.* Brüssel.

Exporo Investment GmbH. (2021). *Bodengutachten*. Abgerufen am 12. 07 2021 von Bodengutachten: https://exporo.de/wiki/bodengutachten/

Fahrrad XXL. (2023). *Was ist der Unterschied zwischen E-Bikes und Pendelecs?* Abgerufen am 30. 01 2023 von Fahrrad XXL: www.fahrrad-xxl.de/beratung/e-bike/unterschied-e-bike-pedelec

Fahrrinnensituation auf dem Rhein. (2019). ELWIS.de. Von www.elwis.de/DE/Service/Telematikanwendungen/Inland-ECDIS/Allgemeines/ARGO/Fahrrinnensituation/Fahrrinnensituation-node.html abgerufen

Farag, H., Korenkiewicz, D., & Riedl, J. (18. 10 2016). *Getting Ahead of the Megatrends in Transportation and Logistics*. Abgerufen am 22. 12 2022 von BCG: https://www.bcg.com/publications/2016/corporate-development-finance-value-creation-strategy-getting-ahead-of-the-megatrends-in-transportation-and-logistics

FAZ. (14. 06 2017). *VW-Mitarbeiter kündigen Streiks an*. Abgerufen am 15. 12 2022 von FAZ: https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/slowakei-vw-mitarbeiter-kuendigen-streiks-an-15061485.html

Feldmann, C., Schulz, C., & Fernströning, S. (2019). *Digitale Geschäftsmodell-Innovationen mit 3D-Druck. Erfolgreich entwickeln und umsetzen.* Wiesbaden: Springer.

FIS. (26. 07 2021). *Struktur der deutschen Binnenschiffsflotte*. Abgerufen am 06. 02 2023 von FIS: Mobilität und Verkehr: https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/123471/

Fl(ex)perten- Netzwerk Flexibilisierung. (2019). Wasserstoff-BHKW anstatt Brennstoffzelle? Abgerufen am 07. 11. 2022 von https://www.kwk-flexperten.net/wasserstoff-bhkw-anstatt-brennstoffzelle

Flexiwaggon AB. (2023). Abgerufen am 04. 02 2023 von Flexiwaggon: https://www.flexiwaggon.se/

FNR. (o.J. a). Grundlagen Bioenergie. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://bioenergie.fnr.de/bioenergie/biomasse/grundlagen

FNR. (o.J. b). Aktuelle Marktsituation. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://biokraftstoffe.fnr.de/kraftstoffe/aktuelle-marktsituation

Fontaine, P. D., Minner, P. D., Rogetzer, D. P., Geier, K., Rautenstrauß, M., Moeckel, P. D., & Llorca, D. C. (01 2021). *Potenziale für Lastenradtransporte in der Citylogistik | RadLast Leitfaden.* (K. U. Eichstätt-Ingolstadt, Hrsg.) Abgerufen am 03. 02 2023 von BMDV: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/buendnis-fuer-moderne-mobilitaet-leitfaden-potenziale-lastenradtransporte-citylogistik.pdf?__blob=publicationFile

foodsharing. (2022). *Vision & Mission*. Abgerufen am 29. Dezember 2022 von foodsharing.de: https://foodsharing.de/ueber-uns

Forbrig, S., Fischer, T., & Heinz, B. (2020). Bedarf, Konsum und Wiederverwendung von Bekleidung und Textilien in Deutschland. (b. -B. e.V., Hrsg.) Abgerufen am 16. November 2021 von https://www.bvse.de/dateien2020/1-Bilder/03-Themen_Ereignisse/06-Textil/2020/studie2020/bvse%20Alttextilstudie%202020.pdf

Förderer, J. (2022). *Erfolgsmodell Digitale Plattformen Geschäftsmodelle – Netzwerkeffekte – Community-Management,*. Verlag Schäfer Poeschel,.

Ford-Werke GmbH. (20. Januar 2023). *Ford*. Abgerufen am 23. Februar 2023 von BAUSTEIN FÜR DIE FABRIK DER ZUKUNFT: FORD ERÖFFNET NEUES 3D-DRUCK-ZENTRUM FÜR KÖLNER PRODUKTION: https://media.ford.com/content/fordmedia/feu/de/de/news/2023/01/20/baustein-fuer-die-fabrik-der-zukunft--ford-eroeffnet--neues-3d-d.html

Fornasari, T., & Neri, P. (2022). A Model for the Transition to the Circular Economy: The “R” Framework. *Journal of Management and Governance*, 78-91.

Fraunhofer IIS. (2022). *Die 8 Megatrends der Logistik von Fraunhofer SCS*. Abgerufen am 22. 12 2022 von Fraunhofer IIS: https://www.scs.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/zukunftsbildlogistik.html

Fraunhofer IPA. (2005). Lieferantenparks in der europäischen Automobilindustrie. (R. Schraft, & E. Westkämper , Hrsg.) Stuttgart.

Fraunhofer IPA. (2020). *ipa.fraunfer .* (Fraunhofer-Gesellschaft, Hrsg.) Abgerufen am 07. 03 2023 von Forscher legen detailliertes Konzept vor: https://www.ipa.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/forscher-legen-detailliertes-konzept-vor.html

Freeman, R. E. (1984). *Strategic Management.* Boston, London, Melbourne, Toronto: Pitman.

Fresh Park Venlo. (2022). *Startseite* . Abgerufen am 02. Dezember 2022 von Fresh Park Venlo: https://freshparkvenlo.nl/en/about-fresh-park-venlo/

Frontier Economics. (2022). *Das Potenzial der KWK für die Transformation zur klimaneutralen Energieversorgung.*

Fruit Processing. (2022). *Shoulder to shoulder with the fruit rescuers: How a Swedish juice producer prevents food waste with GEA technology*. Abgerufen am 3. Januar 2023 von Fruit Processing: https://www.fruit-processing.com/2022/07/shoulder-to-shoulder-with-the-fruit-rescuers-how-a-swedish-juice-producer-prevents-food-waste-with-gea-technology/

Fulpra. (2023). Abgerufen am 05. 02 2023 von Fulpra: https://fulpra.com/de/

Gaia-X European Association for Data and Cloud AISBL. (22. April 2022). *Gaia-X - Architecture Document.* Abgerufen am 23. 11. 2022 von https://gaia-x.eu/wp-content/uploads/2022/06/Gaia-x-Architecture-Document-22.04-Release.pdf

Gartner. (2020). *Gartner Hype Cycle for Supply Chain Execution Technologies*. Abgerufen am 20. 12 2022 von Supply Chain Digest: https://www.scdigest.com/ontarget/20-10-27_gartner_hypecycle_supply_chain_execution.php?cid=17230

Gartner. (08 2021). *Gartner announces Hype Cycle for Supply Chain Strategy*. Abgerufen am 20. 12 2022 von Manufactoring & Logistics IT:

https://www.logisticsit.com/articles/2021/10/27/gartner-announces-hype-cycle-for-supply-chain-strategy

Gasnetz Hamburg. (2021). Neu gegründeter Wasserstoffverbund plant, Hamburg grüner zu machen. Abgerufen am 10. 11. 2022 von https://www.gasnetz-hamburg.de/ueber-gasnetz-hamburg/presse/pressemitteilungen/wasserstoffverbund-hamburg

Geerts, L. (2023). *Erste Watertruck-Schiffe setzen die Segel auf kleinen Wasserwegen*. Abgerufen am 03. 02 2023 von Watertruck+: https://watertruckplus.eu/de/first-watertrucks-to-set-sail-on-small-waterways

Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt. (2019). *Die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung 2018.* Abgerufen am 11. November 2022 von Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt: https://www.gdws.wsv.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/_GDWS/WSV_2018.pdf?__blob=publicationFile&v=3

Genussregion Niederrhein e.V. (2022). *Über Uns*. Abgerufen am 2. Dezember 2022 von Genussregion Niederrhein e.V.: https://www.genussregion-niederrhein.de/ueber-uns/

Geologischer Dienst NRW. (o.J.). Oberflächennahe Geothermie. Abgerufen am 05. 01. 2023 von https://www.gd.nrw.de/ew_og.htm

Georg Consulting. (07 2013). *Gewerbeflächengutachten Krefeld.* Abgerufen am 04 2021 von https://www.ihk-krefeld.de/de/media/pdf/standortpolitk/standortpolitik/gewerbeflaechengutachten-krefeld-2013.pdf

Gerne Ohne. (2022). *Unsere Mission*. Abgerufen am 3. August 2022 von Gerne Ohne: https://gerneohne.de/pages/unsere-mission

Gerstl, S. (27. 03 2019). *Die Wiener "GüterBim": Das kurze Gastspiel der Transport-Straßenbahn*. Abgerufen am 02. 02 2023 von Industriemagazin: https://industriemagazin.at/a/die-wiener-gueterbim-das-kurze-gastspiel-der-transport-strassenbahn

gewerbegegiete.de. (2021). *gewerbegegiete.de*. (Logivest GmbH) Abgerufen am 19. 04 2021 von gewerbegegiete.de

GGK Grundstücksgesellschaft der Stadt Krefeld. (2022). *Gewerbe- und Industrie - Bestandsgebiete in Krefeld: Endbericht.* Dortmund: Stadtraumkonzept GmbH. Abgerufen am 19. Oktober 2022 von https://www.krefeld-business.de/wp-content/uploads/2022/05/Endbericht_Gewerbebestandsgebiete-Krefeld_final_klein.pdf

Göbelbecker, J. (2021). Synthetische Kraftstoffe aus Power-to-Liquid-Verfahren. Abgerufen am 26. 10. 2022 von https://www.chemietechnik.de/energie-utilities/kraftstoffe-aus-power-to-liquid-verfahren-249.html

Granados, G. H., Müller, M., Piesack, T., & Weiler, M. (2021). *Technologiestudie Systematisierung alternativer Transportlösungen für die Letzte Meile.*

Grauthoff, M., Steinhoff, J., & Mook, V. (2015). *Integriertes Klimaschutzkonzept Kreis Wesel.* Abgerufen am 11. November 2022 von Kreis Wesel: https://www.kreis-wesel.de/www%5Ckreistag%5Csitzungsdienst14-

19.nsf/HTML/5E3BAA22C2832BB1C1257EEE002BBD0A/$FILE/IKSK_Kreis_Wesel_Endfassung_21.10.2015_1.pdf

Green Deal Dataspace. (o.J.). Abgerufen am 28. 02. 2023 von https://green-deal-dataspace.eu/de/ueber-uns/

Green Park. (o.J.a). Wind Turbine. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.greenpark.co.uk/wildlife-environment/wind-turbine-visitor-center/

Green Park. (o.J.b). Thames Valley's first wind turbine over 100 metres tall turns 15 years old on Green Park. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.greenpark.co.uk/thames-valleys-first-wind-turbine-over-100-metres-tall-turns-15-years-old-on-green-park/

Gudehus, T. (2012). *Logistik Grundlagen, Verfahren und Strategien.* Berlin Heidelberg : Springer-Verlag .

Gumz, S., Nash, C., & Jakob, M. (2020). Einzelhandel im Wandel–Herausforderungen und Standortanforderungen. In S. Gumz, C. Nash, & M. Jakob, *Verkehrsplanung für Einzelhandelsstandorte - Ein Praxisleitfaden* (S. 7-47). Vieweg, Wiesbaden: Springer .

GVZ. (2023). *GVZ.DE*. Von https://www.gvz-org.de/ abgerufen

Hale, T. S., & Moberg, C. R. (2003). Location Science Research: A Review. *Annals of Operations Research, Jg. 123*, S. S. 21-35.

Hamburg News. (2021). Beginn einer grünen Zukunft: innovative Wasserstoffprojekte in Hamburg. Abgerufen am 09. 11. 2022 von https://hamburg-news.hamburg/innovation-wissenschaft/beginn-einer-gruenen-zukunft-innovative-wasserstoffprojekte-hamburg

Handelszeitung. (2023). *Handelszeitung.ch*. Von https://www.handelszeitung.ch/unternehmen/automotive-supplier-parks-intelligente-logistik-ist-gefragt abgerufen

Hansen, C. (06 2019). *MIKRO-DEPOTS – EIN PLUS FÜR DIE STÄDTE.* (BIEK, Hrsg.) Abgerufen am 26. 02 2022 von BIEK: https://www.biek.de/download.html?getfile=2303

Hansestadt Wesel. (2019). *Bebeauungsplan Nr. 233 "Rhein-Lippe-Hafen - Nord".* (H. Wesel, Hrsg.) Abgerufen am 12. April 20222 von Geoportal Wesel: https://geoportal.wesel.de/opendata/Bauleitplanung/Verfahren/BPL_233____/BPL_233_____Z_BA.pdf

Hansestadt Wesel. (2022). *Geoportal Wesel*. Abgerufen am 12. April 2022 von Hansestadt Wesel: www.geoportal.wesel.de

Hansestadt Wesel. (2022). *Laufende Bebauungsplanverfahren*. Abgerufen am 12. April 2022 von https://www.wesel.de/wirtschaft-planen/stadtplanung/bauleitplanung/laufende-bebauungsplanverfahren?offset=0

Hausladen, I. (2020). *IT-gestützte Logistik.* Wiesbaden : Springer.

HDE Handelsverband Deutschland / IFH Köln. (2022). *HDE Online-Monitor 2022.* Abgerufen am 09. 01 2023 von https://einzelhandel.de/: https://einzelhandel.de/index.php?option=com_attachments&task=download&id=10659

Heimann Fahrzeugbau GmbH & Co. KG. (2023a). *Heimann Fahrzeugbau*. Abgerufen am 02. 02 2023 von Hubi - Das Absenkfahrzeug bis 5500 Kg: https://heimann-fahrzeugbau.de/de/hubi-das-absenkfahrzeug

Heimann Fahrzeugbau GmbH & Co. KG. (2023b). *Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.* Abgerufen am 02. 02 2023 von Heimann Fahrzeugbau: https://heimann-fahrzeugbau.de/cms-files/wirtschaftlichkeitsbetrachtung.pdf

HeiMat GmbH. (2015). *heimat-gmbh*. Abgerufen am 04. 02 2023 von heimat-gmbh: https://heimat-gmbh.de/home/

Heinbach, C., Hagen, S., & Thomas, O. (01. April 2021). Freight-Logistics-as-a-Service – Innovative Geschäftsmodelle für ein datengetriebenes Transportmanagement. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, S. 580-594.

Heinbach, C., Kammler, F., & Thomas, O. (7. Oktober 2020). Smart Forwarding – Datengetriebene Wertschöpfung in der Logistikkette. *Wirtschaftsinformatik & Management* , S. 458-471.

Heinze. (2023). *Ladehof - Logistik- und Servicezentrum Expotechnik.* Abgerufen am 05. 02 2023 von Heinze: https://www.heinze.de/architekturobjekt/zoom/11727688/

Henkel, G. (2004). *Der ländliche Raum: Gegenwart und Wandlungsprozesse seit dem 19. Jahrhundert in Deutschland*. Von https://freie-referate.de/erdkunde/landlicher-raum abgerufen

Hentschel, T., Haas, D., Farkas, M., Krotki, K., Umetova, N., & Semmelmann, C. (August 2019). *Digitalization in freight forwarding – Beyond the Platform hype.* Von https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/consumer-business/Deloitte_%20Digitalization%20in%20freight%20forwarding_PoV.pdf abgerufen

Hermes World. (07 2017). *Hermes testet Elektromobil TRIPL in Göttingen*. Abgerufen am 02. 02 2023 von Hermes World: https://newsroom.hermesworld.com/emissionsfreie-zustellung-hermes-testet-elektromobil-tripl-in-goettingen-13089/

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen. (24. 03 2021). *Weniger Lieferverkehr durch Güter-Tram - Land fördert Versuch in Frankfurt*. (Mobiles_Hessen_2030, Herausgeber) Abgerufen am 02. 02 2023 von Mobiles Hessen 2030: https://www.mobileshessen2030.de/Nachrichten/37282

HHDR SYSTEMS Logistik & Lagerung GmbH. (2023). *Containertypen*. Abgerufen am 04. 02 2023 von HHDR SYSTEMS: https://hhdrs.de/containertypen/

Hofmann, E., & Osterwalder, F. (4. November 2017). Third-Party Logistics Providers in the Digital Age: Towards a New Competitive Arena? *Logistics*, S. 1-28. doi:https://doi.org/10.3390/logistics1020009

Holthaus, T., Leerkamp, B., & Wittenbrink, P. (2018). *„Neue Güterverkehrskonzepte für die Stadt - das Beispiel Basel".* (W. Arndt, & T. Klein, Hrsg.) Von https://www.gut.uni-wuppertal.de/de/publikationen/publikationen-leerkamp/ abgerufen

Holtschulte, A. (2022). IoT Platforms. In A. Holtschulte, *Digital Supply Chain and Logistics with IoT* (S. 73-94). Cham: Springer.

IBM Deutschland GmbH. (2022). *Was sind Smart Contracts in einer Blockchain?* Abgerufen am 13. 11. 2022 von https://www.ibm.com/de-de/topics/smart-contracts

IHK Krefeld. (14. Oktober 2019). Bedarfsanalyse Schienennetz Niederrhein (470/002). Neuss. Von https://www.ihk-krefeld.de/de/media/pdf/verkehr/viaconsulting-developmentgmbhroemerstr.5052064aachen-germanyinfo-via-con.de-www.pdf abgerufen

IHK Krefeld. (28. August 2020). Bedarfs- und Potentialanalyse Schienennetz Niederrhein (470/002). 194. Aachen/Neuss. Von https://www.ihk-krefeld.de/de/media/pdf/verkehr/bedarfsanalyse-gesamtergebnisse.pdf abgerufen

Information und Technik Nordrhein-Westfalen. (2022). *Kommunalprofil Kreis Wesel.* Düsseldorf. Abgerufen am 11. November 2022 von https://www.it.nrw/sites/default/files/kommunalprofile/l05170.pdf

Intermodal-info.com. (o.J.). Abgerufen am 28. 02 2023 von https://www.intermodal-info.com/vertikale-umschlagsysteme/

International Data Spaces e. V. (2022a). *Data Spaces. Where the future of data happens*. Abgerufen am 13. 11. 2022 von https://internationaldataspaces.org/why/data-spaces/

International Data Spaces e.V. (o.J.). Abgerufen am 28. 02. 2023 von https://internationaldataspaces.org/adopt/data-space-radar/

IRENA. (2020). Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050. International Renewable Energy Agency . Abgerufen am 26. 10. 2022 von https://www.irena.org/publications/2020/Apr/Global-Renewables-Outlook-2020

ISE. (10 2018). *Wartetruck*. Abgerufen am 03. 02 2023 von ISE: https://institut-se.de/projekte/watertruck/

IT_NRW. (8 2022). *IT NRW*. Von https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldbnrw/online/result/12411-04iz#abreadcrumb abgerufen

Iveco Magirus AG. (07 2012). *Der neue Dailiy Electric.* (iVECO, Hrsg.) Abgerufen am 02. 02 2023 von Iveco: https://www.iveco.com/Germany/collections/catalogues/Documents/Neue_Materialien_DE/Daily_Electric.pdf

iwald.de. (02 2023). *https://globalhome-iwald.de/gh-locallogistic-2/*. Von https://globalhome-iwald.de/gh-locallogistic-2/ abgerufen

JD.Com. (02 2023). *https://jdcorporateblog.com/jd-delivery-stations-get-smart-ahead-of-ces-debut/*. Von JD.COM: https://jdcorporateblog.com/jd-delivery-stations-get-smart-ahead-of-ces-debut/ abgerufen

Kaltschmitt, M., & Streicher, W. (2020). *Erneuerbare Energien.* (A. Wiese , Hrsg.) Wiesbaden : Springer Verlag.

Kavermann, K. (2023). *Bilderstrecke: Das Mikrodepot am Ostwall.* Abgerufen am 05. 02 2023 von Stadt Dortmund: https://www.dortmund.de/de/leben_in_dortmund/verkehr/emissionsfreie_innenstadt/massnahmen/mikrodepot_am_ostwall/index.html

kba.de. (2019). Abgerufen am 12. 01 2022 von https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/deutscherLastkraftfahrzeuge/vd_Gueterbefoerderung/vd_gueterbefoerderung_node.html?yearFilter=2019

Kenney, M., & Zysman, J. (03 2016). The Rise of the Platform Economy. *Issues in Science and Technology*, S. 61-69.

KERN AG. (2022). *https://www.kernworld.com/*. Abgerufen am 18. 12 2022 von https://www.kernworld.com/

Kersten, W., Seiter, M., von See, B., Hackius, N., & Maurer, T. (2017). *Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management – Chancen der digitalen Transformation.* Bremen: DVV Media Group GmbH.

Kettner, H., & Greim, H.-R. :. (1984). *Leitfaden der systematischen Fabrikplanung.* München: Hanser.

Kiesewalter, S. (2022). Wasserstoff aus Methanol gewinnen: Optimierte Reformer. Abgerufen am 07. 11. 2022 von https://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2022/maerz-2022/wasserstoff-aus-methanol-gewinnen-optimierte-reformer.html

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation & Recycling*, S. 221-232.

Kirchner, R. (o.J.). Auflistung der Biokraftstoffe der 2. Generation. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.biomasse-nutzung.de/auflistung-biokraftstoffe-2-generation/

KIT. (04. 03 2021). *Wenn die Tram Pakete bringt.* Abgerufen am 02. 02 2023 von KIT: https://www.kit.edu/kit/pi_2021_019_wenn-die-tram-pakete-bringt.php

Klukas, A., & Schellert, M. (2022). Plattformen der Verkehrslogistik. In M. ten Hompel, M. Henke, & B. Otto, *Silicon Economy* (S. 275-288). Wiesbaden: Springer .

Koehler Renewable Energy. (o.J.). GBE - Gocher Bioenergie GmbH. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.koehlerrenewableenergy.com/kre/unternehmen/anlagen-im-betrieb/anlagen/GBE-Gocher-Bioenergie-GmbH.php

KoMoDo. (09 2019). *Öffentlicher Abschlussbericht: KoMoDo - Kooperative Nutzung von Mikro-Depots durch die KEP-Branche für den nachhaltigen Einsatz von Lastenrädern in Berlin“.* Abgerufen am 30. 01 2023 von KoMoDo: https://www.komodo.berlin/

Konecranes. (2023). *Portalkran*. Abgerufen am 04. 02 2023 von Konecranes: https://www.konecranes.com/de-de/fachlexikon/portalkran

Konzeptkarte. (2020). Von https://www.krefeld-bewegen.de/dialog/informationen/handlungsfeld-fliessender-kfz-verkehr abgerufen

Köpfler, A. (09 2013). *Log.Real.direkt.* Von http://www.logrealdirekt.de/cms/upload/LogRealdirekt_Ausgaben/Download/LogReal.direkt_03-2013.pdf abgerufen

Korolkow, J. (2015). Konsum, Bedarf und Wiederverwendung von Textilien in Deutschland. (b. -B. e.V., Hrsg.) Abgerufen am 11. November 2021 von https://www.bvse.de/images/pdf/Leitfaeden-Broschueren/150914_Textilstudie_2015.pdf

Kraftfahrt-Bundesamt. (2021). Abgerufen am 16. 11 2021 von https://www.kba.de

Krefeld Postleitzahlen Karte. (o.J.). Von www.atlasbig.com/images/krefeld-postleitzahlen-karte.png abgerufen

Kreis Wesel. (2022a). *Der Kreis Wesel*. Abgerufen am 22. November 2022 von Kreis Wesel: https://www.kreis-wesel.de/de/kreisverwaltung/der-kreis-wesel/

Kreis Wesel. (2022b). *Kurzportrait Kreis Wesel*. Abgerufen am 11. November 2022 von Kreis Wesel: https://www.kreis-wesel.de/de/adressen-zugewanderte/kurzportrait-kreis-wesel/

Kreis Wesel. (2022c). *Überwachungsplan / Überwachungsprogramm des Kreises Wesel für Anlagen entsprechend der Industrieemissionsrichtlinie der Europäischen Union.* Abgerufen am 11. November 2022 von Kreis Wesel: https://www.kreis-wesel.de/C1257D23004C5410/files/ueberwachungsplan_wesel.pdf/%24file/ueberwachungsplan_wesel.pdf

Kreis Wesel. (2022d). *Statistik*. Abgerufen am 11. November 2022 von Kreis Wesel: https://www.kreis-wesel.de/de/kreisverwaltung/statistik/

Kreis Wesel. (2022e). *Eigenbetrieb Kreis Wesel - Kreisbahn*. Abgerufen am 11. November 2022 von Kreis Wesel: https://www.kreis-wesel.de/de/tourismus-wirtschaft/eigenbetrieb-kreisbahn

Kreis Wesel. (2022f). *Wirtschaft*. Abgerufen am 11. November 2022 von Kreis Wesel: https://www.kreis-wesel.de/de/kreisverwaltung/wirtschaft/

Krips, D. (2017). *Stakeholdermanagement.* Berlin, Heidelberg: Springer.

Krumme, J.-H. (05 2021). *Gabler Wirtschaftslexikon*. Von https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/bauleitplanung-29704 abgerufen

Krüper, J. (2016). Bauplanungsrecht. In N. B. Rottke, & A. Goepfert, *Immobilienwirtschaftslehre Recht* (S. 356 - 398). Wiesbaden: Springer Gabler.

Kübler, A., Nehm, A., Schneider, D., Seidlein, M., Veres-Homm, U., & Weber, N. (2015). *LoGe: Die erfolgreichsten Logistik-Gewerbegebiete in Deutschland.* München: Logivest GmbH/Fraunhofer SCS.

Kühn, C. (2001). *Vergleich unterschiedlicher Konfigurationsmethoden im Hinblick auf die Nutzbarkeit von Wissens über das Zustandsverhalten der Konfigurationsobjekte.* (DaimlerChrysler_AG, Hrsg.) Abgerufen am 08. 03 2023 von PuK-Workshop: http://puk-workshop.de/puk2001/papers/kuehn.pdf

Labatut Group. (2023). *Vert chez vous*. Abgerufen am 02. 02 2023 von Un service qui s'adresse aux professionnels…: https://www.vertchezvous.com/en/nos-metiers/

Lahmann, F. (2023). *Binnenschiffstypen*. Abgerufen am 03. 02 2023 von Schiff und Technik: http://www.schiffundtechnik.com/lexikon/b/binnenschiffstypen.html

Land Brandenburg. (11 2021). *buergerbeteiligung-mil.brandenburg.de*. Von https://buergerbeteiligung-mil.brandenburg.de/bbp/de/planungsverfahren/planen-und-genehmigen/ abgerufen

Landesdatenbank.nrw.de. (2019). Abgerufen am 12. 01 2022 von https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldbnrw/online?operation=previous&levelindex=1&step=1&titel=Tabellenaufbau&levelid=1677591970220&acceptscookies=false#abreadcrumb

LandNRW. (2020). Von https://www.land.nrw/pressemitteilung/nrwglobal-business-startet-neue-gesellschaft-vereint-aussenwirtschaftsfoerderung abgerufen

Lau, J. (19. 11 2020). *Hamburg will sich die Röhre anschauen*. Abgerufen am 04. 02 2023 von https://www.derstandard.de/story/2000121774403/hamburg-will-sich-die-roehre-anschauen

LBST. (2022). *DEVELOPMENT PATHWAYS FOR "HYDROGEN HUBS" IN CHILE.* München: Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST) .

Lechwerke AG. (2020). Biogasbetriebenes BHKW liefert erneuerbare Energie auf Abruf. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.lew.de/ueber-lew/presse/biogas-bhkw

Lehmann, N. (2022). Kommt das Aus für Biokraftstoffe bis 2030? Das plant Lemke. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.agrarheute.com/energie/kommt-fuer-biokraftstoffe-2030-plant-lemke-593737

lejournaldugrandparis. (2023). *lejournaldugrandparis.fr*. Von https://www.lejournaldugrandparis.fr/chapelle-international-inauguration-dun-hotel-logistique-iconique/ abgerufen

Letnik, T., Marksel, M., Luppino, G., Bardi, A., & Božičnik, S. (2018). Review of policies and measures for sustainable and energy efficient urban transport. *Energy*, 245-257.

Levin-Keitel, M., Lelong, B., & Thaler, T. (2017). Zur Darstellung von Macht in der räumlichen Planung – Potenziale und Grenzen der Methode der systemischen Aufstellung. *Raumforschung und Raumordnung*, 31–44.

Lichter, D. (2017). *Forschungsberichte zum Marketing: Teilnahmemotive und Notwendigkeit von Corporate-Private-Public-Kooperationen in der Share Economy.* (R. Weiber, Hrsg.) Abgerufen am 08. 03 2023 von Uni Trier: https://www.uni-trier.de/fileadmin/fb4/prof/BWL/AMK/Forschungsberichte/FB13_Lichter_2017_Share_Economy.pdf

LK Argus GmbH. (03 2021). *Mobilitätskonzept für die Stadt Krefeld: Konzepte für die Vertiefungsbereiche.* Abgerufen am 21. 04 2023 von https://www.krefeld.de/c1257cbd001f275f/files/bericht_mobilitatskonzept_fur_krefeld_vertiefungsbereiche.pdf/$file/bericht_mobilitatskonzept_fur_krefeld_vertiefungsbereiche.pdf?openelement

Logistik, ABC. (03 2023). *abc-logistik.de*. Von abc-logistik: https://abc-logistics.de/ abgerufen

logistik-heute. (29. 01 2018). *Letzte Meile: Studie zu Micro-Hubs.* Abgerufen am 08. 03 2023 von https://logistik-heute.de/news/letzte-meile-studie-zu-micro-hubs-14471.html

logistik-heute. (2021). *Teilautonomer Routenzug: Ducktrain startet Straßenerprobung.* Abgerufen am 12 2022 von Logistik-heute: https://logistik-heute.de/news/teilautonomer-routenzug-ducktrain-startet- strassenerprobung-32475.html

Lohr Group. (2023). *Railway System*. Abgerufen am 04. 02 2023 von Lohr: https://lohr.fr/de/lohr-railway-system/

Low, C., & Cowton, C. (2004). Beyond stakeholder engagement: the challenges of stakeholder participation in corporate governance. *International Journal of Business Governance and Ethics)*, 45-55.

Lowe, E. A., & Evans, L. K. (1995). Industrial ecology and industrial ecosystems. *Journal of Cleaner Production, Vol. 3*(No. 1-2), S. pp. 47-53.

Lucarelli, C., Mazzoli, C., Rancan, M., & Severini, S. (2020). *Classification of Sustainable Activities: EU Taxonomy.* Ancona: Università Politecnica Delle Marche.

Lücke, N. (2022). Endlich eine Lösung für die Wasserstoff-Speicherung gefunden. Abgerufen am 07. 11. 2022 von https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/energie/endlich-eine-loesung-fuer-die-wasserstoff-speicherung-gefunden/

LVR-Institut für Landeskunde und Regionalgeschichte. (2010). *Kreis Wesel*. Abgerufen am 11. November 2022 von https://www.rheinische-geschichte.lvr.de/Orte-und-Raeume/kreis-wesel/DE-2086/lido/57d127620a5d30.66113336

M.Bartels Verladesysteme GmbH & Co. KG. (2023). *Container Hubsystem*. Abgerufen am 04. 02 2023 von Joloda-Verladesysteme: https://www.joloda-verladesysteme.de/produkte/container-hubsystem

Mainzer, S. (09 2009). *Kölner Hafenzeitung.* Abgerufen am 03 2021 von Kölner Hafenzeitung: http://www.hgk.de/images/downloads/hafenzeitung/hafenzeitung-3-09.pdf

Mancarella, P. (2014). MES (multi-energy systems): An overview of concepts and evaluation models. *Energy*, S. 1-17.

Mandelow, A. L. (1981). Environmental Scanning--The Impact of the Stakeholder Concept. *ICIS*, 407-418.

Max-Ruber-Insitut. (2008). *Die Nationale Verzehrsstudie II - Ergebnisbericht Teil 1: Die bundesweite Befragung zur Ernährung von Jugendlichen und Erwachsenen.* Abgerufen am 16. 11 2021 von https://www.mri.bund.de/fileadmin/MRI/Institute/EV/NVS_II_Abschlussbericht_Teil_1_mit_Ergaenzungsbericht.pdf

Max-Ruber-Institut. (2021). *Die Nationale Verzehrsstudie II.* Abgerufen am 16. 11 2021 von https://www.mri.bund.de/de/institute/ernaehrungsverhalten/forschungsprojekte/nvsii/

MBWSV. (2014). *Wasserstraßen-, Hafen-und Logistikkonzeptdes Landes Nordrhein-Westfalen.* Geldern: VA Druck + Medien. Abgerufen am 05 2021 von https://www.vm.nrw.de/verkehr/_pdf_container/Hafenkonzept2016.pdf

MBWSV. (2016). *Wasserstraßen-, Hafen- und Logistikkonzept des Landes Nordrhein-Westfalen.* (_.-W. Ministerium_für_Bauen, Hrsg.) Abgerufen am 01. 01 2023 von https://www.vm.nrw.de/verkehr/_pdf_container/Hafenkonzept2016.pdf

Mercurius Shipping Group. (2023). *DE MERCURIUS-VLOOT*. Abgerufen am 03. 02 2023 von Mercurius Shipping Group: https://www.mercurius-group.nl/mercurius-vloot/

Milkau , U., & Bott, J. (2015). Digitalisation in payments: from interoperability to centralised models? *Journal of Payments Strategy & Systems, Jg. 9*, S. 321-340.

Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen. (2020). *Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen (LEP NRW).* Abgerufen am 6. April 2022 von Wirtschaft.NRW: https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/asset/document/20201104_druckversion_lep.pdf

mobilservice.ch. (2023). *https://www.mobilservice.ch*. Abgerufen am 13. 03 2022 von https://www.mobilservice.ch/admin/data/files/news_section_file/file/2271/dossier-spedithun-marketingkonzept.pdf?lm=1418801168

Moore, J. F. (1993). Predators and Prey: The New Ecology of Competition. *Harward Business Review*, S. 75-86.

Moore, J. F. (1996). *The Business Ecosystem.* Von ResearchGate: https://www.researchgate.net/figure/The-Business-Ecosystem-described-by-James-F-Moore-1996_fig3_340236605 abgerufen

Mortsiefer, H. (2016). *Wie Roboter und Drohnen Paketdienste entlasten*. Abgerufen am 11 2022 von Tagesspiegel: https://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/wie-roboter-und-drohnen-paketdienste-entlasten-4910356.html

Müller, M., Piesack, T., & Weiler, M. (2022). *Vorlesungsreihe Innovation Lab: Grundlagen der innovativen Container Be- und Entladung (internes Dokument).* (H. Beckmann, Hrsg.)

Müller, S., & Klaus, P. (2009). *Die Zukunft des Ladungsverkehrs in Europa: Ein Markt an der Schwelle zur Industrialisierung?* Hamburg: DVV Media Group.

MWIKE NRW. (2020). *Wasserstoff Roadmap - Nordrhein-Westfalen.* Düsseldorf: Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIKE NRW).

Nami, M. (2008). Virtual Organizations: An Overview. In Z. Shi, E. Mercier-Laurent, & D. Leake, *Intelligent Information Processing IV* (S. 211-219). Beijing: Springer.

Nehm, A., & Veres-Homm, U. (2018). *Standortkompass-Flächen- und Beschäftigungs- potentiale in den deutschen Logistikregionen.* Herausgeber Initiative Logistikimmobilien Logix GmbH. Von https://www.logix-award.de/wp-content/uploads/2018/10/logix_Standortkompass_2018.pdf abgerufen

neska-richtet-wassertaxi-zum-containerterminal-ein. (15. 04 2017). Abgerufen am 20. 01 2023 von https://rp-online.de: https://rp-online.de/nrw/staedte/krefeld/neska-richtet-wassertaxi-zum-containerterminal-ein_aid-19545499

Neue Pläne für den Hafenbahnhof. (05. 02 2019). Abgerufen am 20. 01 2023 von https://rp-online.de: https://rp-online.de/nrw/staedte/krefeld/krefeld-neue-plaene-fuer-den-hafenbahnhof_aid-36553355

Nidumolu, R., Prahalad, C., & Rangaswami, M. (2009). Why Sustainability Is Now the Key Driver of Innovation. *Harvard Business Review*, 57-64.

NORDFROST GmbH & Co. KG. (2020). *NORDFROST: Flächen im Hafen Wesel verdoppelt*. Abgerufen am 23. 03 2023 von https://www.nordfrost.de/unternehmen/presse/1892

NRW.Global. (10 2021). *NRW.Global Business GmbH* . Von https://germansite.de/GermanSite/main.xhtml abgerufen

NRW_IT. (10 2021). *Landesbetrieb IT.NRW Statistik und IT-Dienstleistungen*. Von https://www.it.nrw/nrw-binnenhaefen-gueterumschlag-im-jahr-2021-um-52-prozent-gestiegen-106886 abgerufen

Nutzrad. (2023). *Nutzradkatalog*. Abgerufen am 30. 01 2023 von Nutzrad: http://nutzrad.de/?seite=kat

Oexler, P. (2002). *Citylogistik-Dienste. Präferenzanalysen bei Citylogistik-Akteuren und Bewertung eines Pilotbetriebs dargestellt am Beispiel der dienstleistungsorientierten Citylogistik Regensburg (RegLog).* München: VVF.

ökullus. (2023). *Über uns*. Abgerufen am 3. Januar 2023 von ökullus: https://www.oekullus.de/ueber-uns/lieferservice.html

openPetition. (2020). *FÜR EIN SICHERES MITEINANDER IM STRASSENVERKEHR OHNE AUSGRENZUNG – LIEFER- UND LADEZONEN IN DIE STVO!* Abgerufen am 05. 02 2023 von https://www.openpetition.eu/petition/online/fuer-ein-sicheres-miteinander-im-strassenverkehr-ohne-ausgrenzung-liefer-und-ladezonen-in-die-stvo)

OPES SOLUTIONS. (16. 05 2022). *Neue Solarlösung erhöht die Reichweite von E-Lastenrädern um bis zu 20 Prozent*. Abgerufen am 29. 01 2023 von OPES SOLUTIONS: https://www.opes-solutions.com/de/news/neue-solarloesung-erhoeht-die-reichweite-von-e-lastenraedern-um-bis-zu-20-prozent/

Osna.Bike. (2022). *https://osna.bike/lastenrad-paketzusteller-co2-neutral-wege-aus-dem-zustellchaos/*. Von Osna.bike. abgerufen

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2011). *Business Model Generation.* Frankfurt und New York: Campus Verlag.

Osthessen News. (04. 07 2018). *Neue DHL Packstation in der Boyneburgstraße 4 ist in Betrieb.* Abgerufen am 05. 02 2023 von Osthessen News: https://osthessen-news.de/n11592978/neue-dhl-packstation-in-der-boyneburgstrasse-4-ist-in-betrieb.html

Otto, A., & Klaus, P. (2018). *Das Dilemma mit dem richtigen Preis*. (GmbH, DVV Media Group) Von https://www.dvz.de/rubriken/land/detail/news/das-dilemma-mit-dem-richtigen-preis.html abgerufen

Paquier, J. (09. 06 2018). *Chapelle international : inauguration d'un hôtel logistique iconique*. Abgerufen am 05. 02 2023 von Le journal du Grand Paris: https://www.lejournaldugrandparis.fr/chapelle-international-inauguration-dun-hotel-logistique-iconique/

Pfretzschner, F. (2022). *Spotlight: Innovation in logistics service provision.* (B. u. München, Hrsg.) Abgerufen am 21. 12 2022 von BVL: https://www.bvl.de/files/1951/1988/2128/BVL_Spotlight_-_Innovation_in_logistics_service_provision.pdf

Piaggio Fast Forward. (2023). *Gita Robots*. Abgerufen am 02. 02 2023 von Piaggio Fast Forward: https://mygita.com

Picnic. (2022). *Über Picnic*. Abgerufen am 3. August 2022 von Picnic: https://picnic.app/de/uber-picnic/

Pietzsch, J. (2017). *Bioökonomie für Einsteiger.* Berlin: Springer-Verlag.

PLANCO Consulting GmbH. (2019). *Entwicklung regionaler intermodaler Lösungsmodelle (Bahn-Shuttle).* Essen: PLANCO Consulting GmbH.

Port Feeder Barge Concept UG. (2023). Abgerufen am 03. 02 2023 von Port Feeder Barge: https://portfeederbarge.de/

Port of Rotterdam. (2021a). Rotterdam boosts hydrogen economy with new infrastructure. Abgerufen am 10. 11. 2022 von https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/rotterdam-boosts-hydrogen-economy-new-infrastructure

Port of Rotterdam. (2021b). Port Authority: towards larger-scale hydrogen production and network. Abgerufen am 10. 11. 2022 von https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/port-authority-towards-larger-scale-hydrogen-production-and-network

Port of Rotterdam. (2021c). Delta Corridor. Connecting Industries. Abgerufen am 10. 11. 2022 von https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/2021-06/202104id-095_delta_corridor_en.pdf

Port of Rotterdam. (2021d). H-vision: blue hydrogen for a green future. Abgerufen am 10. 11. 2022 von https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/h-vision-blue-hydrogen-green-future

Port of Rotterdam. (2022). Häfen Duisburg und Rotterdam intensivieren Zusammenarbeit. Abgerufen am 16. 11. 2022 von https://www.portofrotterdam.com/de/nachrichten-und-pressemitteilungen/haefen-duisburg-und-rotterdam-intensivieren-zusammenarbeit

Port of Rotterdam. (o.J.). Hydrogen Economy in Rotterdam Starts with Backbone. Rotterdam. Abgerufen am 09. 11. 2022 von https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/2021-06/hydrogen-economy-in-rotterdam-handout.pdf

PricewaterhouseCoopers. (05 2022). *Global Top 100 companies – 2022*. Von London: https://www.pwc.com/gx/en/services/audit-assurance/publications/global-top-100-companies.htm abgerufen

Probst, G., Raub, S., & Romhardt, K. (2006). *Wissen managen: Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen.* Wiesbaden: Gabler Verlag.

Prof. Schmidt & Partner. (o.J.). Biomassekraftwerk (BMK) in Lünen. Essen. Abgerufen am 14. 11. 2022 von http://www.p-s-p.de/?page=biomassekraftwerk-in-luenen

Quaschning, V. (2021a). *Erneuerbare Energien und Klimaschutz.* München: Hanser Fachbuchverlag.

Randelhoff, M. (28. 07 2016). *Flexiwaggon – flexibel ohne Terminals*. Abgerufen am 04. 02 2023 von Zukunft Mobilität: https://www.zukunft-mobilitaet.net/1274/konzepte/flexiwaggon-flexibel-ohne-terminals/

Rappa, M. (2004). The utility business model and the future of computing services. *IBM Systems Journal, 43*(1), S. 32-42.

Remondis. (o.J. a). Das Lippewerk in Lünen – Zuhause für Nachhaltigkeit. Lünen. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.remondis-nachhaltigkeit.de/handeln/lippewerk/

Remondis. (o.J.b). Biomassekraftwerk am Lippewerk. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.remondis-lippewerk.de/holzaufbereitung-und-biomassekraftwerk/

Renault. (2022). Abgerufen am 22. 11 2022 von Renault.com: https://www.renaultgroup.com/en/news-on-air/news/re-factory-the-flins-site-enters-the-circle-of-the-circular-economy/

Report. (o.J.). Best of: Solarthermie im Gewerbe. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.report.at/energie/19745-best-of-solarthermie-im-gewerbe

ReVelle, C., & Swain, R. (1970). Central Facilities Location. *Geographical Analysis*(2), S. 30-42.

ReVelle, C., Toregas, C., & Falkson, L. (1976). Applications of the location set-covering problem. *Geographical Analysis*, S. 65- 76.

RH2INE. (2021). Abgerufen am 10. 11. 2022 von https://www.rh2ine.eu/

Rheinhafen Krefeld. (2021). Abgerufen am 20. 01 2023 von nrw-ports.de: https://nrw-ports.de/rheinhafen-krefeld/

Rhenus SE & Co. KG. (2022). *Am neuen Standort von Rhenus Warehousing Solutions in Wesel steht Nachhaltigkeit im Fokus*. Abgerufen am 23. 03 2023 von https://www.rhenus.group/ch/de/news-media/detail/am-neuen-standort-von-rhenus-warehousing-solutions-in-wesel-steht-nachhaltigkeit-im-fokus/

Rhenus SE & Co. KG. (2023). *Rhenus Home Delivery uses electric vehicles from Quantron for micro-depots*. Abgerufen am 23. 03 2023 von https://www.rhenus.group/news-media/detail/rhenus-home-delivery-uses-electric-vehicles-from-quantron-for-micro-depots/

Richter, R., Söding, M., & Christmann, G. B. (2020). Von https://leibniz-irs.de/fileadmin/user_upload/Transferpublikationen/IRS-Dialog-1-2020.pdf abgerufen

Riha, I. (2009). *Entwicklung einer Methode für Cost Benefit Sharing in Logistiknetzwerken.* (A. Kuhn, Hrsg.) Verlag Praxiswissen.

Ritter XL Solar. (o.J.). Zehnder Group: Lackieranlage profitiert von solarer Prozesswärme. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.ritter-xl-solar.de/anwendungen/warmwasser/zehnder-group/

RMS MOOVE GmbH. (2023a). Abgerufen am 04. 02 2023 von RMS MOOVE: https://www.rms-moove.com/produkte/

Rösemeier-Buhmann, J. (2022). *Wie urbane Farmen Millionen Menschen ernähren sollen.* (nachhaltig_leben, Hrsg.) Abgerufen am 15. Dezember 2022 von nachhaltig leben: https://www.nachhaltigleben.ch/food/urban-farming-was-staedtische-farmen-bringen-4929

Ruhr Nachrichten. (16. 12 2021). *https://www.ruhrnachrichten.de/schwerte/neue-dhl-packstation-am-holzener-weg-in-schwerte-w674235-2000698303/*. Von https://www.ruhrnachrichten.de/schwerte/neue-dhl-packstation-am-holzener-weg-in-schwerte-w674235-2000698303/ abgerufen

Rumscheidt, S. (2019). Die letzte Meile als Herausforderung für den Handel. *ifo Schnelldienst*, 46-49.

Rüsch, Martin et al. (2015). *BESTFACT Best Practice Handbook.* https://www.researchgate.net/figure/Zero-Emission-Boat-in-Utrecht_fig11_293823920.

RWE. (2012). Biomasse-Heizkraftwerk eingeweiht. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://goch.de/de/aktuelles/biomasse-heizkraftwerk-eingeweiht/

RYTLE GmbH. (2023). *rytle*. Abgerufen am 04. 02 2023 von https://rytle.com/

Sagmeister, S. (2022). Können KWK-Anlagen zur Energiewende beitragen? Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.bhkw-infozentrum.de/bhkw-news/55067_Koennen-KWK-Anlagen-zur-Energiewende-beitragen-.html

Sawall, A. (02. 07 2021). *Amazon sucht Entwickler für seine Lieferroboter*. Abgerufen am 01. 02 2023 von Golem: https://www.golem.de/news/finnland-amazon-sucht-entwickler-fuer-seine-lieferroboter-2107-157825.html

Schäfer, P.-I., Schocke, P., Höhl, S., & Gilbert, A. (03 2020). *LastMileTram: Empirische Forschung zum Einsatz einer Güterstraßenbahn am Beispiel Frankfurt am Main.* (Frankfurt_University_of_Applied_Sciences, Hrsg.) Abgerufen am 02. 02 2023 von https://www.frankfurt-university.de/fileadmin/standard/Hochschule/Fachbereich_1/FFin/Neue_Mobilitaet/Veroeffentlichungen/2020/Abschlussbericht_LastMileTram.pdf

Schauer, O., Laura, S., & Grabner, M. (2015). *Mit Logistikplattformen zu Logistik 4.0.* Machbarkeitsstudie, FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH; Logistikum – die Logistik-Kompetenz der FH Oberösterreich , Oberösterreich.

Schiffer, M., Wiendahl, H.-H., Saretz, B., Lickefett, M., Pietrzak, G., & Forstmann, B. (2020). *Supply Chain Management 2040.* (F.-I. f. Consulting, Hrsg.) Abgerufen am 22. 12 2022 von Fraunhofer IPA: https://www.ipa.fraunhofer.de/de/Publikationen/studien/supply_chain_management_2040.html

Schloß, B. (2017). Stakeholderanalyse. In P. Patze-Diordiychuk, J. Smettan, P. Renner, & T. Föhr, *Methodenhandbuch Bürgerbeteiligung. Beteiligungsprozesse erfolgreich planen* (S. 181–195). München: oekom.

Schmidt, T. (2022). *Wasserstofftechnik.* München: Carl Hanser Verlag .

Schmied, M., & Knörr, W. (07 2012). *Carbon Footprint – Teilgutachten „Monitoring für den CO2-Ausstoß in der Logistikkette“.* (Umweltbundesamt, Hrsg.) Abgerufen am 03. 02 2023 von Umweltbundesamt : https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/carbon-footprint-teilgutachten-monitoring-fuer-den

Schmitt , B., & Pag , F. (2018). Solarthermie – CO2-freie Wärme für Industrie und Gewerbe. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.solarserver.de/2018/08/30/solarthermie-co2-freie-waerme-fuer-industrie-und-gewerbe/

Schmitz, K. (2009). *Entwicklung eines ganzheitlichen Gestaltungsrahmens zum Aufbau von Lieferantenparks in der Automobilindustrie.* WIen: Dissertation TU Wien.

Schubert, M., Kluth, T., Nebauer, G., & Ratzenberger, R. (2014). *Verkehrsverflechtungsprognose 2030 - Schlussbericht.* Berlin: BMVI - Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.

Schuhmacher, E. (2021). Netzwerkkonzept e4ports. Abgerufen am 26. 10. 2022 von https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2021/10/e4ports_Netzwerkkonzept_Schumacher.pdf

Schulze im Hove, A., & Stüllenberg, F. (2003). *Die Netzwerk-Balanced Scorecard als Instrument des Netzwerk-Controlling.* Sonderforschungsbereich (SFB) 559, Universität Dortmund.

Schwerzmann, M. (2004). Eigner- und Betreibermodelle von Industriestandorten Hünenberg: Festel Capital, S. 81–93. In T. Bergmann, G. Festel , & H. Hauthal , *Industrieparks: Herausforderungen und Trends in der Chemie- und Pharmaindustrie.* (S. 81-93). Hünenberg.

SCI Verkehr. (10 2021). *SCI/Verkehr Logistikbarometer*. Abgerufen am 22. 12 2022 von SCI Verkehr: https://www.sci.de/fileadmin/user_upload/logistikbarometer/pdf/SCI_LOGISTIKBAROMETER_Oktober_2021.pdf

Sebald, J. (31. 01 2018). *Studie: 4 disruptive Megatrends in der Transportlogistik*. Abgerufen am 22. 12 2022 von DB Schenker: https://pulse.dbschenker.com/de/megatrends-transportlogistik/

SFC Energy. (o.J.). So funktioniert die SFC Wasserstoff-Brennstoffzelle. Abgerufen am 07. 11. 2022 von https://www.sfc.com/technologie/wasserstoff/

SGKV e.V. (2023a). *Umschlagsysteme*. Abgerufen am 04. 02 2023 von Intermodal Info: https://www.intermodal-info.com/umschlagsysteme/

SGKV e.V. (2023b). *Vertikale Umschlagsysteme für nicht-kranbare Sattelauflieger*. Abgerufen am 04. 02 2023 von Intermodal Info: https://www.intermodal-info.com/vertikale-umschlagsysteme/#ISU-system

SGKV e.V. (2023c). *R2L*. Abgerufen am 04. 02 2023 von Intermodal Info: https://www.intermodal-info.com/r2l/

sharing-und-emobility. (o.J.). Abgerufen am 20. 01 2023 von www.swk.de: https://www.swk.de/privatkunden/mobilitaet/sharing-und-emobility

Smart Connected Supplier Network. (o.J.). Abgerufen am 28. 02. 2023 von https://smart-connected.nl/de/uber-scsn/welches-problem-losen-wir

Sogaris. (2020). *Sogaris*. Abgerufen am 05. 02 2023 von https://www.sogaris.fr/fiche/chapelle-international/

Solarthemen Media. (2022). Neue Initiative Power of Logistics: Logistikimmobilien für Photovoltaik nutzen. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.solarserver.de/2022/10/04/neue-initiative-power-of-logistics-logistikimmobilien-fuer-photovoltaik-nutzen/

SPD Ortsverein Rheinberg. (2021). *Zukunftsmacht aus Hünxe: Recycling von Baustoffen kann Kies-Problem lösen*. Abgerufen am 23. 03 2023 von https://www.spd-rheinberg.de/2021/09/18/zukunftsmacht-aus-h%C3%BCnxe-recycling-von-baustoffen-kann-kies-problem-l%C3%B6sen/

Springer, C. (24. 10 2020). *VW beendet Ära der Cargo-Tram in Dresden*. Abgerufen am 02. 02 2023 von Sächsische.de: Das Newsportal für Sachsen: https://www.saechsische.de/dresden/lokales/dresden-cargotram-ende-einer-aera-5297894-plus.html

Stadt Krefeld - Fachbereich Stadtplanung. (05 2015). *Flächennutzungsplan der Stadt Krefeld - Begründung (Teil A).* Abgerufen am 04 2021

Stadt Voerde (Niederrhein). (2015). *64. Änderung des Flächennutzungsplanes "Erweiterung Hafen Emmelsum" sowie Bebauungsplan Nr. 124 "Erweiterung Hafen Emmelsum".* Abgerufen am 12. April 2022 von Stadt Voerde (Niederrhein):

https://www.voerde.de/C125729800344FE4/files/16ds0201_alles_komplett.pdf/$file/16ds0201_alles_komplett.pdf?OpenElement

Stadt Voerde. (1983). *Begründung zu Bebauungsplan Nr. 71 "Hafen Emmelsum" der Stadt Voerde.* Abgerufen am 13. April 2022 von https://gisdata.krzn.de/files/bplan/Voerde/071_00_00/DE_05170044_071_00_00_Bg.pdf

Stadt Wien. (17. 05 2005). *Demonstratorfahrzeug "GüterBim" im Einsatz*. Abgerufen am 02. 02 2023 von Stast Wien: Press-Service Rathauskorrespondenz: https://www.wien.gv.at/presse/2005/05/17/demonstratorfahrzeug-gueterbim-im-einsatz

Stadtblog Karlsruhe. (29. 05 2008). *Paketboxen in Karlsruhe.* Abgerufen am 05. 02 2023 von Stadtblog Karlsruhe: https://ka.stadtblog.de/article/1288/paketboxen-in-karlsruhe

Stadtverwaltung Krefeld. (2021). *krefeld.de*. Von https://www.krefeld.de/de/stadtplanung/flaechennutzungsplan/ abgerufen

Stadtverwaltung Krefeld. (o.J.). Wirtschaftsverkehr. Von https://www.krefeld-bewegen.de/dialoge/wie-soll-die-mobilitaet-krefeld-weiterentwickelt-werden/wirtschaftsverkehr abgerufen

Standortprofil 2017. (2017). *Krefeld – Wirtschaftsstandort am Rhein*. Krefeld. Von https://www.wfg-krefeld.de/fileadmin/media/Profil/Downloads/de/Broschueren/Standortprofil_Krefeld_2017.pdf abgerufen

Starship Technologies. (2023). Abgerufen am 01. 02 2023 von Starship xyz: https://www.starship.xyz

StartUs Insights. (2022). *Top 10 Logistics Industry Trends & Innovation in 2022*. Abgerufen am 22. 12 2022 von StartUs Insights: https://www.startus-insights.com/innovators-guide/top-10-logistics-industry-trends-innovations-in-2021/#trend-one

Statista. (14. 11 2021). *Verteilung der Bevölkerung nach Verstädterungsgrad in der EU im Jahr 2021.* Abgerufen am 05. 02 2023 von Statistika: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1172635/umfrage/grad-der-urbanisierung-in-europa/

Statistisches Bundesamt. (2007). *Destatis.de.* Von file:///C:/Users/GEMIT1901/Downloads/nsz-2007.pdf abgerufen

Statistisches Bundesamt. (2008). NST-2007: Einheitliches Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik – 2007. Abgerufen am 11. Januar 2022 von https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Transport-Verkehr/Gueterverkehr/Tabellen/nsz-2007.pdf?__blob=publicationFile

Statistisches Bundesamt. (16. 11 2013). *Einnahmen und Ausgaben der Privaten Haushalte - Systematisches Verzeichnis.* Abgerufen am 2021 von https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe/Publikationen/Downloads-Konjunktur/produktion-jahr-2040310187004.pdf;jsessionid=58B5F054CB3A53638E275763B1759FEA.live741?__blob=publicationFile

Statistisches Bundesamt. (2020). Wirtschaftsrechnungen: Laufende Wirtschaftsrechnungen - Einkommen, Einnahmen und Ausgaben privater Haushalte. (Fachserie 15 - Reihe 1).

Abgerufen am 16. November 2021 von https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Einkommen-Konsum-Lebensbedingungen/Einkommen-Einnahmen-Ausgaben/Publikationen/Downloads-Einkommen/einnahmen-ausgaben-privater-haushalte-2150100197004.pdf?__blob=publicationFile

Statistisches Bundesamt. (2021). Wirtschaftsrechnungen: Einkommens- und Verbrauchsstichprobe - Aufwendungen privater Haushalte für Nahrungsmittel, Getränke und Tabakwaren. (Fachserie 15, Heft 3). Abgerufen am 16. November 2021 von https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Einkommen-Konsum-Lebensbedingungen/Konsumausgaben-Lebenshaltungskosten/Publikationen/Downloads-Konsumausgaben/evs-nahrungsmittel-tabakwaren-2152603189004.pdf?__blob=publicationFile

Statistisches Bundesamt Wiesbaden. (1961). *Wareneinkauf, Lagerbestand und Rohertrag im Einzelhandel 1960*. Abgerufen am 18. 12 2022 von Statistische Bibliothek: https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00018921/StatBer-5-23-072.pdf;jsessionid=01A7371550C105D9CB273D86783F0BF6

Sterner, M. (2017). *Energiespeicher.* (I. Stadler, Hrsg.) Wiesbaden: Springer-Verlag.

Stiehm, S., Rüdiger, D., Gade, A., Kirsch, D., & Braun, N. (2019). *Handbuch zur Entwicklung von Mikro-Depots in kleineren Großstädten am Beispiel der Kommunen Krefeld, Mönchengladbach und Neuss.*

Stintum. (2023). Abgerufen am 30. 01 2023 von Stint Urban Mobility: https://stintum.com

Stock, W., & Bernecker, T. (2014). *Verkehrsökonomie_EIne volkswirtschaftlich-empirische Einführung in die Verkehrswissenschaft.* Wiesbaden: Springer Gabler.

Stölzle, W., & Häberle, L. (2021). Digital Logistics Platforms—Initial Approaches to Market Segmentation in Light of Traditional and New Providers. In K.-I. Voigt, & J. M. Müller, *Digital Business Models in Industrial Ecosystems* (S. 105-123). Cham: Springer.

Sträter, A. (13. 05 2019). *So gut ergänzen Seilbahnen unser Verkehrssystem*. Abgerufen am 02. 02 2023 von Quarks: https://www.quarks.de/technik/mobilitaet/so-gut-ergaenzen-seilbahnen-unser-verkehrssystem/

Streude, D. V. (22. 09 2019). *Paketzustellung mit Seilbahn und Lastenrad*. Abgerufen am 02. 02 2023 von https://die-stadtgestalter.de/2019/09/22/paketzustellung-mit-seilbahn-und-lastenrad/#comments

StVZO. (14. Februar 2020). *§ 32 Abmessungen von Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen*. Von Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO): Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrsordnung (VvW-StVO), Randnummer 23 zu § 2 abgerufen

Sucky, E., & Asdecker, B. (2019). Digitale Transformation der Logistik – Wie verändern neue Geschäftsmodelle die Branche? In W. Becker, B. Eierle, A. Fliaster, B. Ivens, A. Leischnig, A. Pflaum, & E. Sucky, *Geschäftsmodelle in der digitalen Welt* (S. 191-212). Wiesbaden: Springer.

SWK Stadtwerke Krefeld. (Juni 2018). SWK Liniennetzplan Krefeld (PDF). Von https://cdn.swk.de/privatkunden/-/media/project/digitale-plattform/swk-privatkunden/swk-mobil/data/pnv_krefeld_schematischer_liniennetzplan_juni_2018.pdf?la=de-de&rev=12c1f91089bd4f3eadba1bff5ed5c1fe abgerufen

Sydow, J. (1992). *Strategische Netzwerke: Evolution und Organisation.* Wiesbaden: Springer Gabler.

Sydow, J. (2010). Management von Netzwerkorganisationen – Zum Stand der Forschung. In J. Sydow, *Management von Netzwerkorganisationen Beiträge aus der „Managementforschung“* (S. 373-426). Wiesbaden: Gabler.

tagesschau.de. (17. 12 2021). Post will mehr Zeit für Briefzustellung. Abgerufen am 05. 02 2023 von Tagesschau: https://www.tagesschau.de/wirtschaft/verbraucher/deutsche-post-klimaschutz-briefpost-transportflieger-co2-dauer-101.html

TCW Transfer-Centrum für Produktions-Logistik und Technologie-Management GmbH & Co. KG. (2023). *Operative Einführung von 3D-Druck* . Abgerufen am 23. Februar 2023 von https://www.tcw.de/beratungsleistungen/produktion/operative-einfuehrung-von-3d-druck-862

Thesauros AG. (2021). *thesauros.eu*. Abgerufen am 11 2021 von https://www.thesauros.eu/de/development-solutions/baurechtschaffung/

Thyssenkrupp AG. (2019). Grüner Stahl: Rückblick auf Phase 1 der Einblasversuche. Abgerufen am 26. 10. 2022 von https://www.thyssenkrupp.com/de/stories/nachhaltigkeit-und-klimaschutz/gruener-stahl-rueckblick-auf-phase-1-der-einblasversuche

Toregas, C., et al. . (1971). The Location of Emergency Service Facilities. Guidelines for the Practice of Operations Research. *Operations Research*(19), S. 1259-1551.

Toy, J., Gesing, B., Ward, J., Noronha, J., & Bodenbrenner, P. (2022). *DHL Logistics Trend Radar 5th edition*, 5.0. Abgerufen am 14. 06 2022 von DHL: https://www.dhl.com/global-en/home/insights-and-innovation/insights/logistics-trend-radar.html

Transpack-Krumbach. (2023). *Wie viele Paletten passen in einen LKW?* Abgerufen am 02. 02 2023 von Transpack-Krumbach: https://www.transpack-krumbach.de/unternehmen/fachwissen/produkt-faq/wie-viele-paletten-passen-in-einen-lkw#tabelle1

TÜV Nord. (o.J.). Wasserstoff-Pipelines und Wasserstoffnetze. Abgerufen am 1. 12. 2022 von https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/energie/wasserstoff/wasserstoff-pipelines-netze/

Ulrich, H. (1984). *Management.* Bern, Stuttgart: Haupt.

Ulrich, P., & Baltzer, B. (. (2019). *Wertschöpfung in der Betriebswirtschaftslehre.* Wiesbaden: Springer Gabler.

Umweltbundesamt. (10 2020). *Planungsebenen, Planungsräume - Stufen der räumlichen Planung*. Von https://www.umweltbundesamt.de/themen/nachhaltigkeit-strategien-internationales/planungsinstrumente/planungsebenen-planungsraeume-stufen-der#bundesebene abgerufen

Umweltbundesamt. (2021). *Altlasten bearbeiten*. Abgerufen am 12. 07 2021 von Altlasten bearbeiten: https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/altlasten/altlasten-bearbeiten#erfassung

Umweltbundesamt. (06. 05 2022). *Umweltbelastungen durch Verkehr*. Abgerufen am 06. 02 2023 von Umweltbundesamt: https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/umweltbelastungen-durch-verkehr#undefined

Umweltbundesamt. (o.J.). Bioenergie. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/bioenergie?sprungmarke=Biogas#bioenergie-ein-weites-und-komplexes-feld-

Urban Transport Magazine. (09 2021). *Die Kombination macht's: Frankfurt testet den Gütertransport mit der Straßenbahn*. Abgerufen am 02. 02 2023 von https://www.urban-transport-magazine.com/wp-content/uploads/2021/09/DSC08532-Frankfurt-Guetertram-1024.jpg

urbanmobility. (2023). *Schwere Lasten? Großer Kasten!* Abgerufen am 30. 01 2023 von urbanmobility: http://www.urbanmobility.online

Valk Welding Group. (2023). *Valk Welding*. Abgerufen am 23. Februar 2023 von Erste 3D-gedruckte Schiffsschraube: https://valkwelding.com/de/news/erste-3d-gedruckte-schiffsschraube

Valleé, D. (2012). *Akademie für Raumentwicklung in der Leibniz-Gemeinschaft.* Von E-Paper der ARL: Leitfaden Logistik: https://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/e-paper_der_arl_nr16.pdf abgerufen

van Berkel, R., Fujita, T., & Hash, S. (2009). Quantitative assessment of Urban and Industrial Symbiosis in Kawasaki, Japan. *Environmental Science & Technology, 43*, S. 1271–1281.

VBZ. (2023). *Cargo- und E-tram.* Abgerufen am 02. 02 2023 von Verkehrsbetriebe Zürich: https://www.stadt-zuerich.ch/vbz/de/index/die_vbz/services/cargo_tram_und_etram.html

VDI 3590-1. (1994). *VDI 3590 Blatt 1:1994-04 Kommissioniersysteme; Grundlagen.* Beuth.

veloCARRIER GmbH. (2023). Abgerufen am 05. 02 2023 von veloCARRIER : https://www.velocarrier.de/

VERBIO. (o.J.a). Bioraffinerie. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.verbio.de/nachhaltigkeit/bioraffinerie/

VERBIO. (o.J.b). Nachhaltige Biokraftstoffe. Abgerufen am 14. 11. 2022 von https://www.verbio.de/nachhaltigkeit/nachhaltige-biokraftstoffe/

VGG Handels AG. (2023). *Lager-Logistik*. Abgerufen am 13. 02 2023 von https://vgg.ch/lager-logistik/

vienna.at. (26. 01 2022). *Handelsverband will mehr Paketstationen installieren.* Abgerufen am 19. 01 2023 von www.vienna.at: https://www.vienna.at/handelsverband-will-mehr-paketstationen-installieren/7271097

Volpert, M., Janßen, A., & Weitzel, F. (2021). *Mobilitätskonzept für die Stadt Krefeld.* LK Argus Kassel GmbH, Kassel. Von https://www.krefeld.de/c1257cbd001f275f/files/bericht_mobilitatskonzept_fur_krefeld_handlungsfelder_und_konzepte.pdf/$file/bericht_mobilitatskonzept_fur_krefeld_handlungsfelder_und_konzepte.pdf?openelement abgerufen

Volvo Trucks. (25. 01 2019). *Zündende Idee: Die flüssige Zündkerze.* (H.-V. GmbH, Hrsg.) Abgerufen am 02. 02 2023 von Transport: Die Zeitung für den Güterverkehr:

https://brochures.volvotrucks.com/de/volvo-trucks/testberichte/2019/volvo-fh460-lng-testbericht/

von Engelhardt, S., Wangler, L., & Wischmann, S. (03 2017). Eigenschaften und Erfolgsfaktoren digitaler Plattformen. (Begleitforschung_AUTONOMIK_für_Industrie_4.0, & _iit-Institut_für_Innovation_und_Technik_in_der_VDI/VDE_Innovation_+_Technik_GmbH, Hrsg.) Berlin.

Waaden, T. (2015). CO2-Reduzierung im Güterverkehr: Ein Vorgehensmodell zur verkehrsverlagerung. In M. Myska, *Der TÜV-Umweltmanagement-Berater* (S. 2677-2708). Bonn: TÜV Media GmbH.

Weichenhain, U. (2021). *Hydrogen transportation / The key to unlocking the clean hydrogen economy.* München: Roland Berger.

WELT. (12. 02 2014). *Drohnen sollen das deutsche Stromnetz retten*. Abgerufen am 30. 01 2023 von WELT: https://www.welt.de/wirtschaft/article124774226/Drohnen-sollen-das-deutsche-Stromnetz- retten.html

WeltN24 GmbH. (12. 05 2021). Zustand der Umwelt in NRW: "Klimawandel unterschätzt". *Welt online*. Abgerufen am 17. 05 2021

Wenker GmbH & Co. KG . (2023b). *GH box cool.* Abgerufen am 04. 02 2023 von GH System: https://ghsystem.de/storage/app/media/neue%20bilder/hilker/flyer-gh-boxprasentationniedrigeauflosung.pdf

Wenker GmbH & Co. KG. (2023a). *GH Container.* Abgerufen am 04. 02 2023 von GH System: https://ghsystem.de/storage/app/media/neue%20bilder/wenker/iwaldflyerwenker628x297mm3mm.pdf

wer-zu-wem.de. (2022). *Absatzzentrale Unternehmen Obst & Gemüse aus Kempen*. Abgerufen am 22. Juli 2022 von wer-zu-wem.de: https://www.wer-zu-wem.de/firma/absatzzentrale.html

Westphal Architekten BDA. (2023). *Westphalarchitekten.de*. Von https://www.westphalarchitekten.de/ abgerufen

Wikipedia. (09. 03 2010). *Güterverkehrszentrum Dresden am Bahnhof Dresden-Friedrichstadt*. Abgerufen am 06. 02 2023 von Wikipedia: https://de.wikipedia.org/wiki/Güterverkehrszentrum#/media/Datei:GVZDresden.jpg

Wikipedia. (2019). Liste der größten Städte in Nordrhein-Westfalen. Von https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_gr%C3%B6%C3%9Ften_St%C3%A4dte_in_Nordrhein-Westfalen abgerufen

Wikipedia. (21. 05 2019). *Port Feeder Barge*. Abgerufen am 04. 02 2023 von Wikipedia: https://de.wikipedia.org/wiki/Port_Feeder_Barge

Wikipedia. (2021). *Landschaftspflegerischer Begleitplan*. Abgerufen am 12. 07 2021 von Landschaftspflegerischer Begleitplan: https://de.wikipedia.org/wiki/Landschaftspflegerischer_Begleitplan

Wikipedia. (18. 01 2023). *ISO-Container*. Abgerufen am 04. 02 2023 von Wikipedia: https://de.wikipedia.org/wiki/ISO-Container

Wikipedia. (o.J.). Technische Spezifikationen für die Interoperabilität. Von https://de.wikipedia.org/wiki/Technische_Spezifikationen_f%C3%BCr_die_Interoperabilit%C3%A4t abgerufen

Wildemann, H. (2013). *Chemieparks als Service- und Kompetenzcenter.* München: AIF Vorhaben 17242 N / 3.

Wildemann, H. (2013). *Chemieparks als Service- und Kompetenzcenter.* München: Forschungsbericht der AIF Vorhaben 17242 N / 3.

Winkelmann, A., Flath, C. M., & Thiesse, F. (2021). *Sharing Economy in der Industrie. Unternehmensübergreifende Auslastung von Produktionskapazitäten am Beispiel der additiven Fertigung.* Wiesbaden: Springer.

wir-bauen-dann-mal.de. (12. 09 2016). *DHL Paketkasten – Unser neuer Briefkasten*. Von Wir bauen dann mal ein Haus …unsere Erfahrungen und Erlebnisse beim Hausbau: https://www.wir-bauen-dann-mal.de/dhl-paketkasten-unser-neuer-briefkasten/ abgerufen

Wirth, A., & Schneeweiß, A. (2019). *Öffentliches Baurecht praxisnah: Basiswissen mit Fallbeispielen* (Bd. 3. Auflage). Wiesbaden: Springer Vieweg.

Wirtschaftskammer Österreich. (21. 03 2022). *Ladezonen-Nutzung*. Abgerufen am 05. 02 2023 von WKO: https://www.wko.at/service/verkehr-betriebsstandort/Ladezonen-Nutzung.html

World Energy Council. (2021). *Energie für Deutschland.* Berlin: Weltenergierat – Deutschland e.V. .

WSV. (08 2020). *Veränderungen des Schiffsbestandes der deutschen Binnenflotte im Jahr 2020.* (WSV, Hrsg.) Abgerufen am 03. 02 2023 von https://www.gdws.wsv.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Binnenschiffsbestandsdatei/2020.pdf?__blob=publicationFile&v=3

WSV. (2022). *Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes*. Von https://atlas.wsv.bund.de/clients/desktop/?zoom=10 abgerufen

www.krefeld.de. (o.J.). Von https://www.krefeld.de/kbk/inhalt/strassen-und-verkehr/ abgerufen

www.krefeld-bewegen.de. (2020a). Von Ergebnisse Ideewerkstatt (18.01.2020): https://www.krefeld-bewegen.de/sites/default/files/downloads/handlungsfeld_2_fliessender_kfz-verkehr_handlungskonzepte_beteiligungsergebnisse.pdf abgerufen

www.krefeld-bewegen.de. (2020b). Von Fließender KfZ-Verkehr: https://www.krefeld-bewegen.de/dialoge/wie-soll-die-mobilitaet-krefeld-weiterentwickelt-werden/fliessender-kfz-verkehr abgerufen

www.rheinhafen-krefeld.de. (o.J.a). Von https://rheinhafen-krefeld.de/ Zahlen Kompakt abgerufen

www.rheinhafen-krefeld.de. (o.J.b). Von https://rheinhafen-krefeld.de/?page_id=3355 Hafenkarte abgerufen

Yang, Y., Boom, R., Irion, B., Van Heerden, D.-J., Kuiper, P., & de Wit, H. (2011). *Recycling of composite materials.*

Youtube. (02 2023). *https://www.youtube.com/watch?v=Hi42EwKAM4U*. Von Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=Hi42EwKAM4U abgerufen

Ziegler, M. (25. 08 2007). *"Güterbim" rollt aufs Abstellgleis*. Abgerufen am 02. 02 2023 von Wiener Zeitung: https://www.wienerzeitung.at/nachrichten/politik/wien-politik/269144_Gueterbim-rollt-aufs-Abstellgleis.html

Zukunft Mobilität. (25. 01 2018). *Cargohopper: Das Fahrzeug für eine stadtverträgliche, flächeneffiziente und schadstofffreie Innenstadtlogistik.* Abgerufen am 05. 02 2023 von Zukunft Mobilität: https://www.zukunft-mobilitaet.net/120226/konzepte/innenstadtlogistik-cargohopper-konzept-staedtischer-lieferverkehr-elektromobilitaet-ohne-stau/