



**BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL**

Regionale Güterverkehrsplanung

Entwicklung konzeptioneller Grundlagen

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor-Ingenieur

an der Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen der
Bergischen Universität Wuppertal

vorgelegt von **Andre Thiermann**

aus Wuppertal (Recklinghausen)

Wuppertal, im Juli 2024

Kurzzusammenfassung

Es besteht planerischer Handlungsbedarf, die Logistik und den durch sie verursachten Güterverkehr in der Raumordnung und Verkehrsplanung auf regionaler Ebene zu berücksichtigen. Dies ergibt sich unter anderem aus folgenden Gründen: Die Logistik ist sowohl ein bedeutender Flächenverbraucher als auch ein wichtiger Standortfaktor. Zudem spielt die Wahl des Standorts eine entscheidende Rolle für die erfolgreiche Umsetzung der Verkehrswende.

Verankerung von Güterverkehr und Logistik in bisherigen Plankonzepten

Bei der Auswertung ausgewählter regionaler Raumordnungspläne zeigte sich, dass in der Hälfte der Pläne Planungsinstrumente zur Steuerung von Logistikstandorten angewendet werden. In einzelnen Regionalplänen werden dabei ausschließlich abgegrenzte Logistiksegmente planerisch adressiert (z. B. Ansiedlung von hafenaffinem Gewerbe). Die Sicherung von Logistikinfrastruktur ist hingegen deutlich etablierter. Standortsteuerung von Logistik in deutschen regionalen Raumordnungsplänen findet statt, wenn Logistik als wirtschaftlicher Schwerpunkt definiert wird, Logistik als relevant für die Funktionsfähigkeit der regionalen Wirtschaft betrachtet und die Standortsteuerung durch landesplanerische Vorgabe gefordert wird.

Hinsichtlich untersuchter informeller Konzepte zeigt sich, dass in den untersuchten internationalen Konzepten eine Integration von Logistik in die Raum- und Verkehrsplanung stärker umgesetzt wird als in Deutschland, wo eher eine Trennung der Planungsdisziplinen erkennbar ist. Eine Integration setzen ebenfalls die US-amerikanischen Freight-efficient land-use plans (FELU) um.

Entwicklung eines Planungsprozesses

Basierend auf den Ergebnissen der vorherigen Untersuchungen wurde ein Planungsprozess für die Erarbeitung eines informellen **regionalen Güterverkehrs- und Logistikflächenkonzeptes** abgeleitet. Dies erfolgt anknüpfend an die bisherigen Empfehlungen für Verkehrsplanungsprozesse (EVP 2018). Wesentliche ergänzte Aspekte sind die folgenden:

- Entwicklung eines übergreifenden Standortraumkonzeptes (*Zentrale Orte des Güterverkehrs*) als güterverkehrsspezifischer räumlicher Orientierungsrahmen
- Dauerhafte Raumbewachung von Logistikstandorten als Teil der *Orientierung*
- Prognose von Logistikflächenbedarfen und Problemfokus auf planungs- und unternehmensbezogene Aspekte im Zuge der *Problemanalyse*
- Abschätzung resultierender Güterverkehre auf Basis der geografischen Verteilung der wirtschaftlichen Aktivität im Zuge der *Problemanalyse*
- Übernahme verkehrsplanerischer koordinativer Aufgaben sowie Sicherung von Logistikstandorten als vorgeschlagene relevante *Maßnahmen*

Umsetzung einzelner Elemente des Planungsprozess

Als Teil des zuvor entwickelten Planungsprozesses wurden dann beispielhafte einzelne Elemente angewendet und zusätzliche Forschungsbedarfe adressiert. Dies sind die **Raumbewachung, die Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs** sowie die **Qualifizierung geeigneter Logistikstandorte**.

Raumbeobachtung

Einführend wurde zunächst ein Überblick über die vielfältigen Datengrundlagen und genutzten Methoden zur Untersuchung von Raumstrukturen der Logistik gegeben. Bemerkenswert aus planerischer Sicht ist insbesondere das Ergebnis der Studien, wonach die regionale Flächenausweisung ein relevanter Standortfaktor für Ansiedlungen ist, denn damit ist erkennbar, dass die Planung mit gezielten Ausweisungen steuernd in die Ansiedlung von Logistik eingreifen kann.

Dann wurden zwei eigene Ansätze zur Beschreibung der Raumstruktur der Logistik am Beispiel der Metropolregion Rheinland umgesetzt. Dazu wurden Logistikflächen identifiziert und unter Nutzung weiterer raumstruktureller Variablen und geostatistischer Methoden untersucht.

Zusammenfassend zeigen die durchgeführten Untersuchungen, dass für die Raumbeobachtung der Logistik eine Identifizierung von Logistikflächen möglich ist, jedoch Schwierigkeiten bei der Datenqualität vorliegen. Eine Hotspot-Analyse auf Basis von 1 km²-Rasterzellen zeigt, dass sich die Hotspots der Logistikflächen v. a. auf drei Regionen/Einrichtungen konzentrieren: Metropolen/Regiopolen und deren Vororte, entlang von Autobahnen in Gebieten mit flachem Relief, und große KV-Terminals/Häfen.

Die danach durchgeführten Korrelationsanalysen kommen zu dem Ergebnis, dass im Gegensatz zum Vorkommen von Logistikbetrieben und Logistikbeschäftigten die identifizierte Logistikfläche fast nur Korrelationen geringer Effektstärke aufweist. Die vielfach in der Literatur genannte Bedeutung niedriger Bodenpreise für Logistikansiedlungen kann durch die Korrelationsanalyse nicht bestätigt werden.

Um mögliche Typen von Logistik-Hotspots identifizieren zu können, wurde auf Basis der identifizierten Logistik-Hotspots eine Clusteranalyse durchgeführt. Die im Ergebnis entstehenden Cluster 1. Metropolen, 2. ländlicher Raum/erweiterter suburbaner Raum und 3. Großstädte/verdichtete Vororte ermöglichen eine nachvollziehbare Einteilung der logistischen Hotspots. Das Cluster, das Großstädte und verdichtete Vororte beinhaltet, hat bei einer zentralen und guten Infrastrukturanbindung gleichzeitig eher niedrige Bodenpreise. Die Standortanforderungen der Cluster wurden zusätzlich auf existierende sowie potenzielle Logistikflächen übertragen. Dabei zeigt sich, dass das größte Flächenpotenzial im ländlichen/erweiterten suburbanen Raum zu finden ist und daher perspektivisch von einer Wanderung der Logistik in Richtung Ballungsraumrand auszugehen ist.

Bei einer Zeitreihenbetrachtung von Beschäftigten in WZ-Abteilung 52 zur vereinfachten Überprüfung auf die Existenz von *logistics sprawl* ist erkennbar, dass im Zeitraum 2006-2019 zwar eine geringfügige Wanderung der Beschäftigten weg von den Ballungsraumkernen stattgefunden hat, diese jedoch durch eine Konzentration des Beschäftigtenwachstums u. a. auf die Oberzentren Krefeld und Mönchengladbach erklärbar ist.

Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs (ZO_{GV})

Das zweite beispielhaft anzuwendende Element des hier entwickelten Planungsprozess stellt die Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs (ZO_{GV}) als übergreifendes Standortraumkonzept dar. Dies dient als konzeptionelle Grundlage für die Verkehrsnetzplanung des Güterverkehrs sowie räumliches Steuerungsinstrument für Logistikansiedlungen. Die bisher vorliegenden kleinräumigen

Ansätze (Klemmer 2016, Leerkamp et al. 2019) dienen vorrangig der empirischen Beschreibung von Standorträumen des Güterverkehrs und wenden in geringem Maße normative Festlegungen an.

Auf Basis dieser Ergebnisse wurde ein neuer Ansatz entwickelt, der Anforderungen herkömmlicher Zentrale-Orte-Konzepte sowie relevante Rahmenbedingungen aufgreift. Hierzu gehören u. a. die Festlegung städtischer Knoten auf Ebene der transeuropäischen Verkehrsnetze. Des Weiteren werden normative Festlegungen vorgenommen: darunter ein Planungsvorbehalt für identifizierte regionale Beschäftigungsschwerpunkte der Logistik in kleinstädtischen, dörflichen Gemeinden. Die Anwendung des so entwickelten Klassifizierungsschemas an den Beispielregionen Großraum Braunschweig und Metropolregion Rheinland zeigt, dass die herausgearbeiteten Überarbeitungsbedarfe adressiert werden.

Da u. a. eine Bewertung von einzelnen Güterverflechtungen im Hinblick auf die Bedeutung für die Funktionsfähigkeit von verbundenen Standorten nicht möglich ist, wird bei der konzeptionellen Verkehrsnetzentwicklung der Ansatz verfolgt, jeweils alle gleichrangigen ausgewiesenen Zentralen Orte des Güterverkehrs miteinander zu verbinden und Anbindungen grundsätzlich immer an alle höheren Zentralen Orte umzusetzen.

Qualifizierung potenzieller Logistikflächen

Eine der relevantesten Maßnahmen eines Güterverkehrs- und Logistikflächenkonzepts ist die Ermittlung geeigneter Potenzialflächen für Logistiknutzung. Mit der hier vorgenommenen Qualifizierung wird daher eine Vorauswahl an potenziell für Logistik geeigneten Flächen getroffen. Die Auswahl der Standortfaktoren und ihre jeweilige Bewertung erfolgt hierbei u. a. unter Berücksichtigung der Anforderungen für die einzelnen Logistikimmobilienstandorttypen aus Vereshomm und Weber (2019). Folgende Gruppen von Standortfaktoren wurden bei dem hier entwickelten Bewertungsschema sowie bei der Formulierung der Standortanforderungen berücksichtigt:

- institutionenbezogene Standortfaktoren (z. B. Flächenausweisung)
- anbindungsbezogene Standortfaktoren (z. B. Entfernung zur Autobahn)
- ressourcenbezogene Standortfaktoren (z. B. Arbeitskräfteverfügbarkeit, Verträglichkeit der Anbindung)
- ortsbezogene Standortfaktoren (z. B. Entfernung zu Kund*innen)

Die Ergebnisse zeigen, dass mit der entwickelten Bewertung der Gewerbeflächenpotenziale für die einzelnen Logistikstandorttypen eine nachvollziehbare Flächenauswahl für die Regionalplanung erfolgt.

Abstract

There exists a need for planning action to address logistics and the freight transport it generates through spatial and transport planning at regional level, because logistics is a relevant land consumer as well as an important location factor, and the choice of location is of great importance for the sustainable transformation of freight transport.

Consideration of freight transport and logistics in existing planning concepts

The analysis of selected regional plans shows that half of these plans use planning instruments to address logistics locations. In some regional plans, only selected logistics segments are addressed (e.g. the establishment of port-related industries). Securing logistics nodes (e. g. inland terminals), on the other hand, is much more established. Logistics location management in German regional plans takes place when logistics is defined as an economic focus of that region or logistics is at least considered relevant for the functioning of the regional economy. State spatial planning mandating location management is another driver of this particular planning activity.

With regard to the informal concepts analysed, international concepts appear to integrate logistics into spatial and transport planning to a greater extent than in Germany, where a separation of the planning disciplines is typical. Such integrated planning is also implemented in the US Freight-efficient land-use plans (FELU).

Development of a planning process

Based on the results of the previous analyses, a planning process is derived for the development of an informal regional freight transport and logistics location concept. This adds to previous recommendations for transport planning processes (EVP 2018). The main additional aspects are as follows:

- Development of an overarching location concept (central places for freight transport) as a freight transport-specific spatial framework
- Spatial monitoring of logistics locations as part of the *orientation process*
- Forecast of future development of logistics facilities and problem focus on planning and company-related aspects as part of the *problem analysis*
- Estimation of resulting freight traffic based on the geographical distribution of economic activity as part of the *problem analysis*
- Conduction of transport planning coordination tasks and securing suitable locations for logistics as relevant *measures*

Exemplary realisation of individual elements of the planning process

As part of the previously developed planning process, exemplary individual elements are then applied and research needs addressed: spatial monitoring of logistics facilities, development of a classification of central places for freight transport and identification of suitable logistics locations.

Spatial monitoring of logistics locations

An overview of the diverse data bases and methods used to analyse spatial structures in logistics is provided first. Particularly noteworthy from a planning perspective is the result of the studies concluding that regional land designation is a relevant location factor for the establishment of logistics

facilities; it follows that planning can intervene in the establishment of logistics by means of targeted designations.

Next, two separate approaches are implemented to describe the spatial structure of logistics using the example of the Rhineland metropolitan region. For this purpose, logistics land is identified and analysed using further spatial structural variables and geostatistical methods.

In summary, the analyses carried out demonstrate the possibility to identify logistics land for the spatial monitoring of logistics, but there are difficulties in terms of data quality. The hotspot analysis based on 1 km² grid cells shows that hotspots of logistics land are mainly concentrated in three regions/facilities: Metropolises/regiopolises and their suburbs, along motorways in areas with a flat relief and large inland terminals/ports.

The correlation analyses carried out subsequently come to the conclusion that, in contrast to the occurrence of logistics companies and logistics employees, the identified logistics land shows almost only correlations of low effect strength. The correlation analyses thus do not confirm the importance of low land prices for logistics land often cited in the literature.

To identify possible types of logistics hotspots, a cluster analysis is carried out on the basis of the identified hotspots. The resulting clusters 1. metropolises, 2. rural areas/exurban areas and 3. large cities/dense suburbs provide for a comprehensible classification of logistics hotspots. The cluster that includes large cities and densely populated suburbs and accounts for the highest number of logistics land has a central location and good infrastructure connections, while land prices tend to be low. The location requirements of the clusters get also transferred to existing and potential logistics areas. This shows the greatest land potential to be found in rural/exurban areas; a movement of logistics facilities towards the outskirts of agglomerations can thus be assumed in the future.

A time series analysis of employment data in NACE 52 for a simplified examination of the existence of logistics sprawl shows that although there was a slight migration of employees away from the agglomeration cores in the period 2006-2019, this can be explained by a concentration of employment growth in the higher-order centres of Krefeld and Mönchengladbach, among others.

Classification of central places for freight transport

The second exemplary element of the planning process developed here is the classification of central places for freight transport as an overarching location concept. This serves as a conceptual basis for transport network planning for freight transport as well as a spatial control instrument for logistics facilities. The approaches available to date (Klemmer 2016, Leerkamp et al. 2019) primarily serve the empirical description of relevant locations for freight transport and do not apply normative definitions.

Based on these results, a new approach is developed that takes up the requirements of conventional central place concepts and addresses relevant framework conditions. These include the adoption of defined urban nodes at the level of trans-European transport networks. Furthermore, normative definitions are set: These include a planning proviso for identified regional employment clusters for logistics in small towns and villages. The application of the classification scheme to the example regions of Greater Brunswick and the Rhineland metropolitan region shows that the aforementioned needs for revision are addressed.

As it is impossible to evaluate individual freight interdependencies in terms of their significance for the functionality of connected places, the approach in formulating linking rules as a conceptual basis for the development of transport networks is to connect all designated, equally-ranked central places for freight transport with each other and also always to connect these to every higher-ranking central places.

Identifying suitable logistics locations

One of the most relevant measures of a freight transport and logistics location concept is the identification of suitable locations for logistics use. With this identification, a preselection of areas potentially suitable for logistics is made. The selection of location factors and their respective evaluation is carried out taking into account the requirements for the individual logistics facility types in Veres-Homm and Weber (2019), among other things. The following groups of location factors were taken into account in the evaluation scheme developed here and in the formulation of the location requirements, respectively:

- institution-related location factors (e. g. land designation)
- accessibility-related location factors (e. g. distance to the motorway)
- resource-related location factors (e. g. availability of labor, compatibility of the connection)
- proximity-related location factors (e. g. distance to customers)

The results show that the assessment schema developed in this thesis provides for a comprehensible selection of suitable logistics locations for regional planning.

Vorveröffentlichungen

Teile dieser Arbeit wurden bereits vorab veröffentlicht bzw. zur Veröffentlichung eingereicht (Liste siehe unten). Sofern hier Inhalte dieser Vorveröffentlichungen wiedergegeben werden, die *nicht* vom Autor dieser Arbeit stammen, werden diese Vorveröffentlichungen als Quelle zitiert.

Begutachtete Konferenzbeiträge:

Thiemermann, Andre; Groß, Florian (2023a): Evaluation of land parcels for potential logistics use at regional level. In: Transportation Research Procedia 72, S. 240–247. DOI: 10.1016/j.trpro.2023.11.400.

Thiemermann, Andre; Groß, Florian (2023b): Qualifizierung von Potenzialflächen für Logistikknutzungen auf regionaler Ebene. In: Gotthard Meinel, Ramona Voshage, Tobias Krüger und Martin Behnisch (Hg.): Flächennutzungsmonitoring XV: Zenodo, S. 437–446.

Sammelband

Mayregger, Patrick; Thiemermann, Andre; Schlott, Marian; Assmann, Tom; Fassnacht, Lukas (2024): Planerische Instrumente zur Förderung der Lastenradlogistik. In: Tom Assmann, Anna Bürklen, Johannes Gruber, Dennis Knese, Patrick Mayregger und Christian Rudolph (Hg.): Radlogistik. Grundlagen zu Logistik und Wirtschaftsverkehr mit Lasten- und Transporträdern: Springer Gabler. *In Druck*

Vorträge auf wissenschaftlichen Konferenzen:

Thiemermann, Andre; Groß, Florian (2023c): Identification of logistics land and approach to examine logistics sprawl in the Rhineland metropolitan region. 6th Interdisciplinary Conference on Production, Logistics and Traffic (ICPLT). Dortmund, 22.03.2023.

Groß, Florian; Thiemermann, Andre (2023): Saving vehicle kilometres travelled by providing suitable land for logistics - an exemplary approach for food retail chain. 5th VREF Conference on Urban Freight. Göteborg, 18.10.2023.

Forschungsberichte:

Leerkamp, Bert; Schlott, Marian; Auffenberg, Maike; Thiemermann, Andre; Kuchhäuser, Jan; Puslat, Sabrina (2024): Metastudie städtischer Güterverkehr in NRW. DOI: 10.25926/ZH18-QY27.

Leerkamp, Bert; Thiemermann, Andre; Groß, Florian; Holthaus, Tim; Jaeger, Arwen; Janßen, Theo et al. (2022): Güterverkehrsstudie für das Gebiet der Metropolregion Rheinland. Endbericht. Hg. v. Nahverkehr Rheinland (NVR). Online verfügbar unter <https://www.nvr.de/regionale-mobilitaetsentwicklung/gueterverkehrsstudie>, zuletzt aktualisiert am 01.09.2022, zuletzt geprüft am 23.12.2022.

Leerkamp, Bert; Thiemermann, Andre; Groß, Florian; Schlott, Marian; Siefer, Thomas; Heemsoth, Jan-Peter; Zwick, Fabian (2023): Studie zum Güterverkehr im Großraum Braunschweig. Endbericht. Hg. v. Regionalverband Großraum Braunschweig. unveröffentlicht.

Eingereichte Manuskripte

Thiemermann, Andre (2024): Planerische Adressierung von Logistikflächen in der Raumordnung. Eine beispielhafte Auswertung (über-)regionaler Raumordnungspläne. *eingereicht*

Thiemermann, Andre; Groß, Florian (2024): Identification of logistics land and examination of location patterns. The Rhineland metropolitan region case. *Eingereicht*

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen meinen großen Dank aussprechen, die mich bei der Umsetzung dieser Arbeit unterstützt haben.

Mein Dank gilt meinem Doktorvater und Leiter des Lehr- und Forschungsgebiets Güterverkehrsplanung und Transportlogistik Prof. Dr.-Ing. Bert Leerkamp, der ein kollegiales Miteinander gefördert, mir die Durchführung der Dissertation ermöglicht hat und im Verlauf des Promotionsprozesses immer ein offenes Ohr – nicht nur bei fachlichen Herausforderungen – hatte und mit konstruktiven Ratschlägen weitergeholfen hat.

Ebenfalls möchte ich allen Kolleg*innen und Kollegen danken, mit denen ich im Verlauf der letzten fünf Jahre zusammenarbeiten konnte und die heute zu Freunden geworden sind. Den fachlichen Austausch, die Radtouren und die Konferenzreisen – gerade in der schwierigen Corona-Zeit – habe ich sehr geschätzt. Dabei danke ich Tim Holthaus für vertiefende (fachliche) Diskussionen und Post-GIS-Know-How-Transfer im Café, Marian Schlott und Jan Kuchhäuser für fachliche Diskussionen und tolle Fußballerlebnisse, Patrick Mayregger insb. für strategisch-moralische Unterstützung sowie Sabrina Puslat für das „Zusammenhalten“ der Organisation.

Die Arbeit in den Projekten, auf denen diese Arbeit basiert, war geprägt von engen Fristen, einem sehr großen Arbeitsumfang und einem erheblichen Abstimmungsbedarf unter den Projektpartnern bzw. mit den Auftraggebern. Besonderer Dank gilt hier Florian Groß, ohne dessen Unterstützung die methodische und zeitgerechte Umsetzung der Projekte faktisch nicht möglich gewesen wäre. Auch den Hiwis, die bei diesen Projekten zugearbeitet haben, gilt mein Dank; vor allem Christoph Mönicks, Arwen Jaeger, Kai Radant, Patrick Peters, Felix Lindlar und Johannes Hörster.

Den fachlichen Austausch mit den Kolleg*innen aus der Praxis habe ich trotz dieser Schwierigkeiten immer wertgeschätzt. Hier danke ich vor allem Bernhard Fehr, damals beim Regionalverband Großraum Braunschweig, für den offenen und ehrlichen Austausch.

Für die Fertigstellung einer solchen Arbeit hilft – insb. zur Vermeidung von „Verrennen“ - der Austausch mit Menschen, die keinen fachlichen Bezug zum Verkehr und Wissenschafts-Kosmos haben und längere Auszeiten zum Abschalten. Hier danke ich insbesondere Jannis Triebkorn für die min. dreiwöchigen Auszeiten auf dem Rad in 2022 und 2023. Jakob Steffen danke ich für das kritische Korrekturlesen und hilfreiche Ratschläge bei Wein und Politik. Simon Lehmann-Hangebrock und Justus Faust danke ich für das offene Ohr und wertvolle Diskussionen bei Dios, Politik und Fußball. Ebenfalls danke ich Jörg Dörnemann für den professionell-distanzierten Blick und gleichzeitig wertschätzend-interessierte Unterstützung.

Zudem möchte ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Martin Berger für seine Bereitschaft danken, die Zweitbegutachtung der Arbeit zu übernehmen. Auch den weiteren Mitgliedern der Prüfungskommission, Frau Prof. Dr.-Ing. Ulrike Reutter sowie Vertr.-Prof. Dr.-Ing. Roland Busch, gilt mein Dank.

Nicht zuletzt möchte ich meinen Eltern danken, die mich mein ganzes Leben lang und auch während des Promotionsstudiums in vielerlei Hinsicht unterstützt haben und ohne die die Fertigstellung eines solchen Projektes nicht möglich gewesen wäre.

Inhalt

Kurzzusammenfassung	I
Abstract	IV
Vorveröffentlichungen	VII
Danksagung	IX
Inhalt	X
Abbildungsverzeichnis	XIV
Tabellenverzeichnis	XVIII
Abkürzungsverzeichnis	XX
1 Einleitung	1
1.1 Hintergrund und Forschungsbedarfe	1
1.1.1 Gründe für ein planerisches Aufgreifen	1
1.1.2 Die Region als relevanter Planungsraum	2
1.1.3 Unzureichende Adressierung in Raum- und Verkehrsplanung	4
1.1.4 Untersuchung von Raumordnungsplänen/informellen Konzepten auf Adressierung von Logistikstandorten/Güterverkehr	5
1.1.5 Forschungsbedarf bei Raumstrukturen des Güterverkehrs/der Logistik	6
1.1.6 Integration des Güterverkehrs in die Verkehrsnetzentwicklung	6
1.2 Ziel der Arbeit	6
1.3 Vorgehen und Struktur der Arbeit	7
2 Definitionen und Grundlagen	9
2.1 Logistik und ihre Flächennutzung	9
2.2 Determinanten der Güterverkehrsentwicklung	10
2.2.1 Gütermengeneffekt: Güterstruktur- und -werteffekt	11
2.2.2 Infrastruktureffekt	12
2.2.3 Deregulierungs- und Liberalisierungseffekt	12
2.2.4 Logistikeffekt	12
2.2.5 Informatisierungseffekt	13
2.2.6 Räumliche Auswirkungen der Güterverkehrsentwicklung	13
2.3 aktuelle Trends in der räumlichen Verteilung der Logistik	15
2.3.1 Logistics sprawl	15
2.3.2 Konzentration der Logistik in den Metropolen	17
2.3.3 Logistische Clusterbildung	17
2.3.4 Proximity logistics	17
2.3.5 Verbleibende Logistikeinrichtungen in verdichteten Vororten	18
2.4 Typologie privater Logistikimmobilien nach Veres-Homm und Weber (2019)	18

3	Verankerung der Logistik in Raumordnung und Verkehrsplanung	23
3.1	Raumordnung und ihre Planungsinstrumente	23
3.1.1	Planungsebenen und zugehörige Plantypen	23
3.1.2	Förmliche Instrumente der Durchsetzung der Regionalplanung.....	26
3.2	Anforderungen und Handlungsmöglichkeiten der Raumordnung zum Umgang mit Logistikflächen	27
3.2.1	Relevante Akteur*innen	27
3.2.2	Standortkriterien für Logistikflächen aus Sicht der Raumordnung	28
3.2.3	Regionalplanerische Bearbeitung der Logistik	29
3.3	Auswertung von Raumordnungsplänen.....	31
3.3.1	Vorgehen.....	31
3.3.2	Untersuchte Pläne.....	32
3.3.3	Ergebnis	33
3.4	Informelle Konzepte	40
3.4.1	Informelles Planungsinstrument in der Raumordnung – REK	41
3.4.2	informelle Planungsinstrumente in der Verkehrsplanung	41
3.4.3	Auswertung informeller Konzepte	44
3.5	Beispielhafte Auswertung im Ausland	51
3.5.1	Formelle Regionalpläne	51
3.5.2	Informelle Konzepte	52
3.5.3	Planungsempfehlungen.....	57
3.6	Zwischenfazit zu den bisherigen Auswertungen	60
3.7	Abgeleitete Anforderungen an einen Planungsprozess.....	60
3.7.1	Planungsinstitution	61
3.7.2	Ziel des Planungsprozesses	61
3.7.3	Planungsprozess	61
4	Raumbeobachtung der Logistik.....	66
4.1	Methoden zur Raumbeobachtung der Logistik	66
4.1.1	Ermittlung von Forschungsansätzen.....	66
4.1.2	Genutzte Datengrundlagen.....	67
4.1.3	Methoden der beschreibenden Statistik	70
4.1.4	Multivariate Verfahren.....	74
4.1.5	Sonderfall: Betrachtung von GPS-Spuren.....	76
4.1.6	Fazit	76
4.2	Ergebnisse empirischer Untersuchungen zu den Raumstrukturen der Logistik	77
4.2.1	Ermittelte Raumstrukturen der Logistik	78
4.2.2	Folgen des logistics sprawl	81
4.2.3	Standortfaktoren	82
4.3	Eigene Untersuchungen zur Raumstruktur der Logistik	87
4.3.1	Identifizierung von Logistikflächen.....	87
4.3.2	Logistikflächen in Gemeinden.....	91
4.3.3	Logistikflächen in Rasterzellen	93
4.3.4	Clusteranalyse.....	103

4.3.5	Ansatz zur Ermittlung von logistics sprawl.....	112
4.3.6	Fazit zu den eigenen Untersuchungen	115
5	Weiterentwicklung einer Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs	118
5.1	Überblick über bestehende Ansätze für die Klassifizierung von ZO_{GV}.....	119
5.1.1	wissenschaftlich-konzeptionelle Ansätze	119
5.1.2	Adressierung in der förmlichen Raumordnung.....	119
5.2	Anwendung bestehender kleinräumiger Ansätze für die Klassifizierung von ZO_{GV}	120
5.2.1	Datengrundlagen.....	120
5.2.2	Raumfunktionaler Ansatz nach Leerkamp et al. (2019).....	122
5.2.3	Ansatz nach Klemmer (2016).....	125
5.2.4	Bewertung der bestehenden Ansätze	132
5.3	Entwicklung neuer Ansatz	133
5.3.1	Grundsätzliche Überlegungen.....	133
5.3.2	Relevante übergeordnete Rahmenbedingungen.....	136
5.3.3	Empirische Herleitung.....	142
5.3.4	Normative Festlegungen.....	153
5.3.5	Zusammenführung.....	155
5.4	Konzeptioneller Aufbau von Verkehrsnetzen des Güterverkehrs.....	162
5.4.1	Bildung der Luftliniennetze.....	164
5.4.2	Verknüpfungsregeln.....	164
5.4.3	Verbindungsfunktionsstufen	165
5.4.4	Gebietsauswahl	165
6	Qualifizierung potenzieller Logistikflächen.....	168
6.1	Ermittlung betrachteter Flächen	168
6.2	Betrachtete Standortfaktoren.....	169
6.2.1	Ortsbezogene Standortfaktoren	170
6.2.2	Anbindungsbezogene Standortfaktoren.....	170
6.2.3	Ressourcenbezogene Standortfaktoren.....	171
6.2.4	Institutionenbezogene Standortfaktoren	175
6.3	Entwicklung eines Bewertungsschemas für Logistikpotenzialflächen.....	177
6.3.1	Nutzwertanalyse.....	177
6.3.2	Standortanforderungen.....	178
6.3.3	Ausschluss-/Vorbehaltskriterien für Raumverträglichkeit.....	182
6.3.4	Zielsystem und Zielgewichtung.....	185
6.4	Ergebnisse.....	192
6.4.1	Gatewaystandorte	192
6.4.2	Ballungsraumversorgung	192
6.4.3	Zentralversorgung und Netzwerkfunktion.....	193
6.4.4	Industrielle Logistik	194
6.4.5	Fazit	195
6.5	Modellhafte Evaluation der Flächenbewertung.....	195
7	Zusammenfassung und Reflexion.....	197

7.1	Zusammenfassung der Arbeit	197
7.2	Wissenschaftlicher Beitrag	202
7.3	Grenzen der Arbeit.....	204
7.4	Weiterer Forschungsbedarf	204
7.5	Fazit.....	205
8	Literaturverzeichnis.....	207
Anhang		1
Anhang 1	Übersicht empirischer Untersuchungen von Raumstrukturen der Logistik.....	1
Anhang 2	Wissenschaftlicher Lebenslauf.....	12

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	binnenländisches Güteraufkommen nach Verkehrsbereichen.....	3
Abbildung 2:	durchschnittliche Fahrtweite von Lastfahrten im innerdeutschen LKW-Verkehr	4
Abbildung 3:	Struktur der Arbeit.....	8
Abbildung 4:	logistikbezogene Flächennutzung.....	9
Abbildung 5:	bundesweites jährliches Fertigstellungsvolumen von Logistikflächen zwischen 2010 und 2022	10
Abbildung 6:	binnenländische Güterverkehrsleistung nach Verkehrsbereichen.....	11
Abbildung 7:	Neuorganisation der Güterströme im Zuge des Supply Chain Managements	13
Abbildung 8:	Projektarten bei der Entwicklung von Logistikimmobilien	16
Abbildung 9:	Unterscheidung räumlicher Verlagerungstrends in der Logistik nach Klauenberg und Krause Cauduro (2020) – (A) logistics sprawl, (B) logistischer Suburbanisierung, (C) Clusterbildung der Logistik in suburbanen Räumen	17
Abbildung 10:	untersuchte Raumordnungspläne nach Trägerschaft der Raumplanung	33
Abbildung 11:	Logistikstandorte im Regionalplan Nordhessen	36
Abbildung 12:	Adressierung der Logistik in ausgewählten Raumordnungsplänen	40
Abbildung 13:	Darstellung der SMART-Kriterien	43
Abbildung 14:	vorgeschlagener Ablauf bei Erarbeitung städtischer Güterverkehrskonzepte entsprechend den Empfehlungen für Verkehrsplanungsprozesse (FGSV 2018) und Leerkamp et al. (2020)	44
Abbildung 15:	untersuchte informelle Konzepte	46
Abbildung 16:	Logistikflächenprognose für die südliche Metropolregion Hamburg.....	48
Abbildung 17:	güterverkehrs-effizientes Stadt-Land-Transekteigene Darstellung nach Holguín-Veras (2022)	58
Abbildung 18:	vorgeschlagener Ablauf von regionalen Güterverkehrs- und Logistikflächenkonzepten, veränderte Darstellung basierend auf FGSV (2018) und Leerkamp et al. (2020)	65
Abbildung 19:	Bewertung institutionsbezogener Standortfaktoren in der Metropolregion Rheinland	83
Abbildung 20:	Bewertung ortsbezogener Standortfaktoren in der Metropolregion Rheinland	84
Abbildung 21:	Bewertung anbindungsbezogener Standortfaktoren in der Metropolregion Rheinland	85

Abbildung 22:	Bewertung ressourcenbezogener Standortfaktoren in der Metropolregion Rheinland	86
Abbildung 23:	Vorgehen zu Ermittlung von Logistikflächen.....	87
Abbildung 24:	Schritte zur Ermittlung der Logistikflächen	89
Abbildung 25:	Beispiel für Lücken im Hausumringe-Datensatz	90
Abbildung 26:	Übersicht über identifizierte Logistikflächen.....	91
Abbildung 27:	identifizierte Logistikflächen nach Gemeinden.....	92
Abbildung 28:	Gemeinden mit hohem Anteil an identifizierten Logistikflächen	92
Abbildung 29:	Bodennutzung durch Logistikflächen.....	93
Abbildung 30:	Identifizierte signifikante Hotspots von Logistikflächen.....	98
Abbildung 31:	Boxplot für Fahrdistanz zum nächsten KV-Terminal.....	98
Abbildung 32:	Boxplot für gewerblich-industriell genutzte Fläche [ha].....	99
Abbildung 33:	Gegenüberstellung der Variablen identifizierte Logistikfläche [ha] und Fahrdistanz zum nächsten KV-Terminal [km]	101
Abbildung 34:	Paarweise Korrelationsanalyse für Rasterzellen mit Logistikflächen.....	101
Abbildung 35:	resultierende Cluster an Logistik-Hotspots	106
Abbildung 36:	räumliche Verteilung der identifizierten Cluster	107
Abbildung 37:	Darstellung der Boxplots für die unterschiedlichen Variablen nach Clustern....	109
Abbildung 38:	Cluster der Logistik-Hotspots und Bodennutzung durch Logistik auf Gemeindeebene	111
Abbildung 39:	Gegenüberstellung Anteil an identifizierten Logistikflächen mit Beschäftigtenentwicklung in WZ-Abteilung 52.....	115
Abbildung 40:	Aktualisierung des raumfunktionalen Ansatzes nach Leerkamp et al. (2019)....	124
Abbildung 41:	Kriterien für einen D1-Standort	126
Abbildung 42:	Kriterien für einen D2-Standort	127
Abbildung 43:	Kriterien für die Klassifizierung der P-Standorte.....	128
Abbildung 44:	Vorgehen zur Einstufung von Verwaltungsgemeinschaften	128
Abbildung 45:	angepasste Regeln für die Klassifizierung eines D 2-Standortes	129
Abbildung 46:	beispielhafte Einstufung von Einzelstandorten in Wittingen	131
Abbildung 47:	Klassifizierung Zentraler Orte der Logistik nach Klemmer (2016)	131
Abbildung 48:	Städtische Knoten in Deutschland und im Untersuchungsraum	137
Abbildung 49:	Güterumschlag in den größten Seehäfen.....	139

Abbildung 50:	Güterumschlag in Flughäfen mit Frachtumschlag.....	140
Abbildung 51:	Summenhäufigkeitsverteilung der Flächengröße von Standorten der Ernährungsindustrie.....	142
Abbildung 52:	inländisches Güteraufkommen und durchschnittliche Transportweite im Jahr 2019 nach NST-2007 Güterabteilungen	143
Abbildung 53:	Vorgehen zur Ermittlung von AREC-Gebieten am Beispiel der Logistikbeschäftigung im Regionalverband Großraum Braunschweig.....	149
Abbildung 54:	abgewandeltes Vorgehen zur Ermittlung regionaler „Beschäftigungsschwerpunkte“	150
Abbildung 55:	Ermittlung von regionalen Beschäftigungsklustern für Produktion	151
Abbildung 56:	Klassifizierung entsprechend der unterschiedlichen räumlichen Bezugsebenen..	152
Abbildung 57:	Übersicht über logistische Knoten.....	154
Abbildung 58:	zugrunde gelegte Zugbildungsanlagen.....	155
Abbildung 59:	Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs anhand des entwickelten Katalogs.....	158
Abbildung 60:	Abgleich zwischen Anteil der Logistikflächen an allen Industrie- und Gewerbeflächen mit der hier entwickelten Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs	158
Abbildung 61:	Abgleich des eigenen Ansatz mit bestehenden Ansätzen.....	159
Abbildung 62:	Abgleich der Klassifizierung mit dem Vorgehen nach Leerkamp et al. (2019) in der Metropolregion Rheinland.....	161
Abbildung 63:	Abgleich zwischen Anteil der Logistikflächen an allen Industrie- und Gewerbeflächen mit der hier entwickelten Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs	161
Abbildung 64:	Vorgehen bei der Klassifizierung des funktional gegliederten Netzes.....	162
Abbildung 65:	Vorgehen der Einstufung der zentralen Orte des Güterverkehrs unterschieden nach Räumen	166
Abbildung 66:	Beispiel für die Anbindung einer Logistikpotenzialfläche an das höherrangige Netz	171
Abbildung 67:	schützenswerte Nutzungen im Umfeld der Beispielfläche.....	173
Abbildung 68:	Ermittlung schützenswerter Nutzung/Wohnbauflächen im Bereich der Anbindungsstrecken	174
Abbildung 69:	Schritte einer Nutzwertanalyse.....	178
Abbildung 70:	Anzahl der Anbindungsstrecken mit vertraglichen Anbindungsstrecken bei schützenswerten Einrichtungen sowie Wohnbauflächen.....	184

Abbildung 71:	beispielhaftes Zielsystem für den Standorttyp Ballungsraumversorgung	191
Abbildung 72:	Flächenbewertung für den Standorttyp Gateway	192
Abbildung 73:	Flächenbewertung für den Standorttyp Ballungsraumversorgung.....	193
Abbildung 74:	Flächenbewertung für den Standorttyp Zentralversorgung und Netzwerk	194
Abbildung 75:	Flächenbewertung für den Standorttyp industrielle Logistik	195

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Güterverkehrsentwicklung nach Verkehrsaufkommen und -leistung im Landverkehr	10
Tabelle 2:	Merkmale der Logistikstandorttypen nach Veres-Homm und Weber (2019).....	22
Tabelle 3:	Anforderungen an den Analyseteil/Planungsprozess und Untersuchungsergebnisse ..	47
Tabelle 4:	Maßnahmen in regionalen Güterverkehrskonzepten in Anlehnung an Fossheim und Andersen (2017) und Holguín-Veras (2015) und Untersuchungsergebnisse	50
Tabelle 5:	Anforderungen an den Analyseteil/Planungsprozess und Untersuchungsergebnisse ..	53
Tabelle 6:	Maßnahmen in regionalen Güterverkehrskonzepten in Anlehnung an Fossheim und Andersen (2017) und Holguín-Veras (2015) und Untersuchungsergebnisse	56
Tabelle 7:	Anforderungen an den Analyseteil/Planungsprozess und Untersuchungsergebnisse ..	60
Tabelle 8:	beispielhaftes Zielsystem für den Regionalverband Großraum Braunschweig	63
Tabelle 9:	Klassifizierung von Wirtschaftszweigen nach Güterverkehrsintensität (Holguín-Veras et al. 2016), vereinfachte Übertragung auf europäisches WZ-System	67
Tabelle 10:	identifizierte Profile unterschiedlicher Logistikimmobilien	81
Tabelle 11:	verwendete Variablen für die weitere Untersuchung.....	95
Tabelle 12:	Ergebnis für globale räumliche Autokorrelation	96
Tabelle 13:	Für die Clusteranalyse verwendete Variablen.....	104
Tabelle 14:	Aufteilung erzeugter Cluster	107
Tabelle 15:	Vergleich der identifizierten Cluster mit existierenden/potenziellen Logistikflächen	110
Tabelle 16:	Zuordnung der Oberzentren im Untersuchungsraum zur RegioStar 17-Typologie....	113
Tabelle 17:	Entwicklung der durchschnittlichen Fahrdistanz eines Beschäftigten der WZ-Abteilung 52.....	114
Tabelle 18:	nach Ähnlichkeit des Güteraufkommen geclusterte WZ-Aggregate.....	121
Tabelle 19:	Regeln für die Klassifizierung der zentralen Orten des Güterverkehrs nach Leerkamp et al. (2019)	123
Tabelle 20:	kritische Einzelstandorte mit Relevanz für den Güterverkehr.....	138
Tabelle 21:	Bewertung der Gütergruppen im Hinblick auf ihre Relevanz von Einzelstandorten für das ZOGV-Konzept.....	144
Tabelle 22:	singuläre Verkehrserzeuger nach Relevanz für NST-Gütergruppen.....	145
Tabelle 23:	Beispielwert für den locational gini	148
Tabelle 24:	zusammenfassende Darstellung zur Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs ..	156
Tabelle 25:	Verbindungsfunktionsstufen für Verbindungen.....	163

Tabelle 26:	Ableitung der Verkehrswegekategorien aus der VFS	164
Tabelle 27:	Verknüpfungsregeln für die Bildung der Luftliniennetze.....	167
Tabelle 28:	für die Flächenbewertung berücksichtigte Standortfaktoren	176
Tabelle 29:	Ortsbezogene Standortanforderungen	180
Tabelle 30:	Anbindungsbezogene Standortanforderungen	182
Tabelle 31:	Ausschluss-/Vorbehaltskriterien für Raumverträglichkeit.....	185
Tabelle 32:	logistikstandorttypspezifische Gewichtung der einzelnen Zielgruppen.....	186
Tabelle 33:	Zielgewichtung für die Zielgruppe Arbeitskräfteverfügbarkeit.....	188
Tabelle 34:	Zielgewichtung für die Zielgruppe ortsbezogene Standortfaktoren	190
Tabelle 35:	Zielgewichtung für die Zielgruppe anbindungsbezogene Standortfaktoren.....	191

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Amtliche Liegenschaftskataster-Informationssystem
B-Plan	Bebauungsplan
BauGB	Baugesetzbuch
BVWP	Bundesverkehrswegeplan
EVP	Empfehlungen für Verkehrsplanungsprozesse
FELU	freight-efficient land use
FNp	Flächennutzungsplan
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
GG	Grundgesetz
GVLK ZH	Güterverkehrs- und Logistikkonzept Kanton Zürich
GVLK BE	Güterverkehrs- und Logistikkonzept Kanton Bern
GVZ	Güterverkehrszentrum
KEP	Kurier-Express-Paket
KV	kombinierter Verkehr
LKW	Lastkraftwagen
MIV	motorisierter Individualverkehr
MKRO	Ministerkonferenz für Raumordnung
PDUiF	Verkehrsentwicklungsplan der Region Île-de-France
REK	Regionales Entwicklungskonzept
RIN	Richtlinien für integrierte Netzgestaltung
ROG	Raumordnungsgesetz
RROP	Regionales Raumordnungsprogramm
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
SULP	Sustainable Urban Logistics Plans
SUMP	Sustainable Urban Mobility Plans
SvB	sozialversicherungspflichtig Beschäftigte
TEN-V	transeuropäische Verkehrsnetze
TRB	Transport Research Board
UBA	Umweltbundesamt
UCC	urban consolidation center
VEP	Verkehrsentwicklungsplan
WZ	Wirtschaftszweig
ZOGV	Zentrale Orte des Güterverkehrs

Abkürzungen von Planungsinstitutionen

BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
HMWEVW	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen
EM MV	Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung des Landes Mecklenburg-Vorpommern
KPK	Schweizerische Kantonsplanerkonferenz
MIKWS SH	Ministerium für Inneres, Kommunales, Wohnen und Sport des Landes Schleswig-Holstein
MBWSV NRW	Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr
MKULNV NRW	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
ML Nds	Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
MSV NRW	Ministerium für Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein- Westfalen
MULNV NRW	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
MWIDE NRW	Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

1 Einleitung

Im Folgenden werden die Hintergründe und Forschungsbedarfe für den Gegenstand dieser Arbeit kurz dargestellt und daraus die bezweckten Ziele sowie das weitere Vorgehen abgeleitet.

1.1 Hintergrund und Forschungsbedarfe

Güterverkehr und Logistik sind in umfangreichem Maße raumwirksam (Vallée 2012; Hesse 1996). Dennoch findet eine Adressierung in Verkehrs- und Raumplanung auf der Raumebene Region derzeit nicht statt.

Die **Raumrelevanz des Güterverkehrs** wird nach Hesse (1996) folgende Aspekte begründet:

- Flächenbeanspruchung für Anlagen, Einrichtung und Verkehrsflächen
- besondere funktionale sowie verkehrs- und bautechnische Ansprüche an Flächen
- hohes spezifisches Emissionsniveau und Störpotenzial von genutzten Flächen/genutzter Verkehrsinfrastruktur, die zu Nutzungskonflikten und Trennwirkungen führen.

1.1.1 Gründe für ein planerisches Aufgreifen

Daher sowie aufgrund der folgenden Gesichtspunkte sollten Güterverkehr und Logistik von der Verkehrs- und Raumplanung als planerisches Handlungsfeld begriffen werden.

Logistik als Standortfaktor

Unter dem Aspekt, dass „die Qualität der logistischen Leistungserbringung und der logistischen Infrastruktur ein wichtiger Standort- und Wettbewerbsfaktor für weitere Investitionen und damit für raumwirksame Standortentscheidungen und Verflechtungen mit anderen Wirtschaftsräumen ist, muss diese Bedeutung im Hinblick auf die räumlichen und regionalen Dimensionen für eine nachhaltige Raumentwicklung fassbar gemacht und für die räumliche Planung konkretisiert werden.“ (Vallée 2012, S. 7) Aufgrund fehlender Planung auf regionaler/großstädtischer Ebene wird bislang vielfach die Standortwahl von Logistikimmobilien von Kommunen und dem Grundstücksmarkt bestimmt (Dabanc und Raimbault 2015; Vallée 2012; Heitz et al. 2017).

Umsetzung der Verkehrswende

Der Verkehr und damit insbesondere die Logistik ist Auslöser und Verursacher von Lärm-, Abgas- und CO₂-Emissionen. Der Verkehr hatte im Jahr 2022 einen Anteil von etwa 22,1 % an den CO₂-Emissionen in Deutschland (UBA 2023b) und war damit der drittgrößte Emittent; die seit 1990 absolut erreichten Einsparungen sind im Gegensatz zu den anderen Sektoren minimal (UBA 2023a). Gleichzeitig führen die bei der Güterverkehrsentwicklung zu beobachtenden Effekte vor allem zu einem Wachstum des im Vergleich zu den anderen Verkehrsträgern umweltschädlicheren LKW-Verkehrs. Die CO₂-Emissionen des Straßengüterverkehrs erhöhten sich zwischen 1995 und 2021 trotz eines Absinken der Emissionen pro km durch die gleichzeitig ansteigende Fahrleistung um 23 % (UBA 2023a). Auch bei längerer Zeitbetrachtung der Gütertransportleistung ist erkennbar, dass die nachhaltigen Verkehrsträger Eisenbahn und Binnenschifffahrt eher an Bedeutung verloren haben, während der LKW seinen Anteil ausbauen konnte. Dies ist auch auf wirtschaftliche Strukturveränderungen und ihren Einfluss auf Güterverkehr und Logistik zurückzuführen (u. a. Güterstruktureffekt, dazu z. B. Leerkamp 2021b).

Nach Vallée (2012) muss die Verkehrswende „Antriebstechnologien, Fahrzeugkonzepte, die Verkehrssysteme, aber auch die Frage der Standortverteilung im Raum und die Vernetzung der Verkehrsträger umfassen, denn Verkehr und insbesondere die Wegeweiten werden maßgeblich durch die Standortverteilung sowie die Attraktionspotenziale der einzelnen Standorte bestimmt. Im Bereich der Logistik kommt dabei der Standortwahl [...] eine wichtige Rolle zu.“ Die Bedeutung der Standortwahl für das erzeugte Fahrtenaufkommen wird ebenfalls von Wagner (2009) betont.

Logistik als Flächenverbraucher/Auswirkungen von Krisen auf Lieferketten

Die Logistik trägt zu einem relevanten Teil des Flächenverbrauchs bei. In Deutschland machten Warenlagergebäude rd. 25 % des Flächenverbrauchs aller Nicht-Wohngebäude aus (Kretzschmar et al. 2021).

Die parallel auftretenden Krisen Corona-Pandemie, der Krieg gegen die Ukraine, weitere geopolitische Spannungen (z. B. im Jemen, Handelsrestriktionen zwischen USA und China) und die daraus resultierenden gestörten Lieferketten führten in den Jahren ab 2020 zu einem Umdenken im supply chain management, das u. a. die Erhöhung von Lagerbeständen in der Industrie zur Folge hat (Flach und Schultz 2022; Kassner et al. 2023). Infolge dessen ist von einer weiter hohen Nachfrage nach Warenlagergebäuden auszugehen.

Logistik als Emittent negativer Externalitäten

Weitere negative Externalitäten wie Lärmemissionen und Trennwirkungen durch den LKW-Verkehr sind ebenfalls zu nennen. Sie betreffen sowohl das unmittelbare Umfeld von Logistikimmobilien als auch die Bereiche der Anbindungsstrecken z. B. an Autobahnen. Aktuell kommt zusätzlich die Anforderung hinzu, Logistikimmobilien möglichst im 24 h-Betrieb betreiben zu können (Vallée 2012), wodurch die Anforderungen an die Flächenausweisung sich ebenfalls erhöhen.

Wachstum des Onlinehandels und dessen Raumwirkungen

In der Raumordnung ist die Steuerung des großflächigen Einzelhandels ein gesetzlich verankertes Handlungsfeld. Demgegenüber „entzieht sich der Onlinehandel bisher weitgehend entsprechenden Festlegungen in Raumordnungsplänen“ (MKRO 2022). Seine Raumwirkungen unterscheiden sich erheblich vom herkömmlichen Einzelhandel. Relevante Raumwirkungen kommen durch „vielfältige Logistikeinrichtungen (Lager, Abhol-/ Lieferstationen), Bürogebäude, Rechenzentren, neue Angebots- und Vertriebskombinationen aus stationärem Handel und Online-Handel, zunehmende Lieferverkehren und -beziehungen“ (MKRO 2022, S. 4). Durch die Bedeutung des Online-Handels wird auch die Bindung von Siedlungszentren und Versorgungsfunktionen verändert, was wiederum Auswirkungen auf die Zentrale-Orte-Konzepte der Raumordnung hat (MKRO 2022, S. 4). U. a. wird als Maßnahme vorgeschlagen, für Logistik geeignete Flächen in den förmlichen Raumordnungsplänen zu sichern (ebd.).

1.1.2 Die Region als relevanter Planungsraum

Die Region ist ein relevanter Planungsraum für die Güterverkehrsplanung, da einerseits Güterverkehr überwiegend regional stattfindet, Standortentscheidungen für Logistikimmobilien ebenfalls auf Ebene von Regionen durchgeführt werden und des Weiteren mit der Regionalplanung die Raumordnung umfangreiche Planungskompetenzen besitzt.

Region als wichtigstes Raumaggregat für Güterverflechtungen

Der Großteil der Güterverflechtungen ist regional ausgerichtet. Wie Abbildung 1 zeigt, finden allein 40 % des gesamten inländischen Güteraufkommens im LKW-Nahverkehr bis 50 km statt. Auch mit Blick auf die durchschnittliche Fahrtweite von LKW-Fahrten im innerdeutschen Verkehr ist erkennbar, dass mehr als die Hälfte der Fahrten eine Fahrtweite bis 50 km haben und somit Fahrtquelle und -ziel in derselben Region liegen (siehe Abbildung 2).

Auch für Logistikinfrastrukturen wie Terminals des kombinierten Verkehrs gilt, dass diese regional ausgerichtet sind. Eine im Rahmen der Erstellung des KV-/GVZ-Konzeptes Niedersachsen durchgeführte Befragung ergab, dass sich rund 40 % der verladenden Unternehmen in einem Radius von 15 km um das KV-Terminal befinden und weitere 47 % in einem Radius von bis zu 50 km (Koch et al. 2020, S. 129). Nach Hecht et al. (2020) ergibt sich auch aus der betriebswirtschaftlichen Sicht der verladenden Unternehmen eine maximale Entfernung von 30-50 Kilometern zum KV-Terminal.

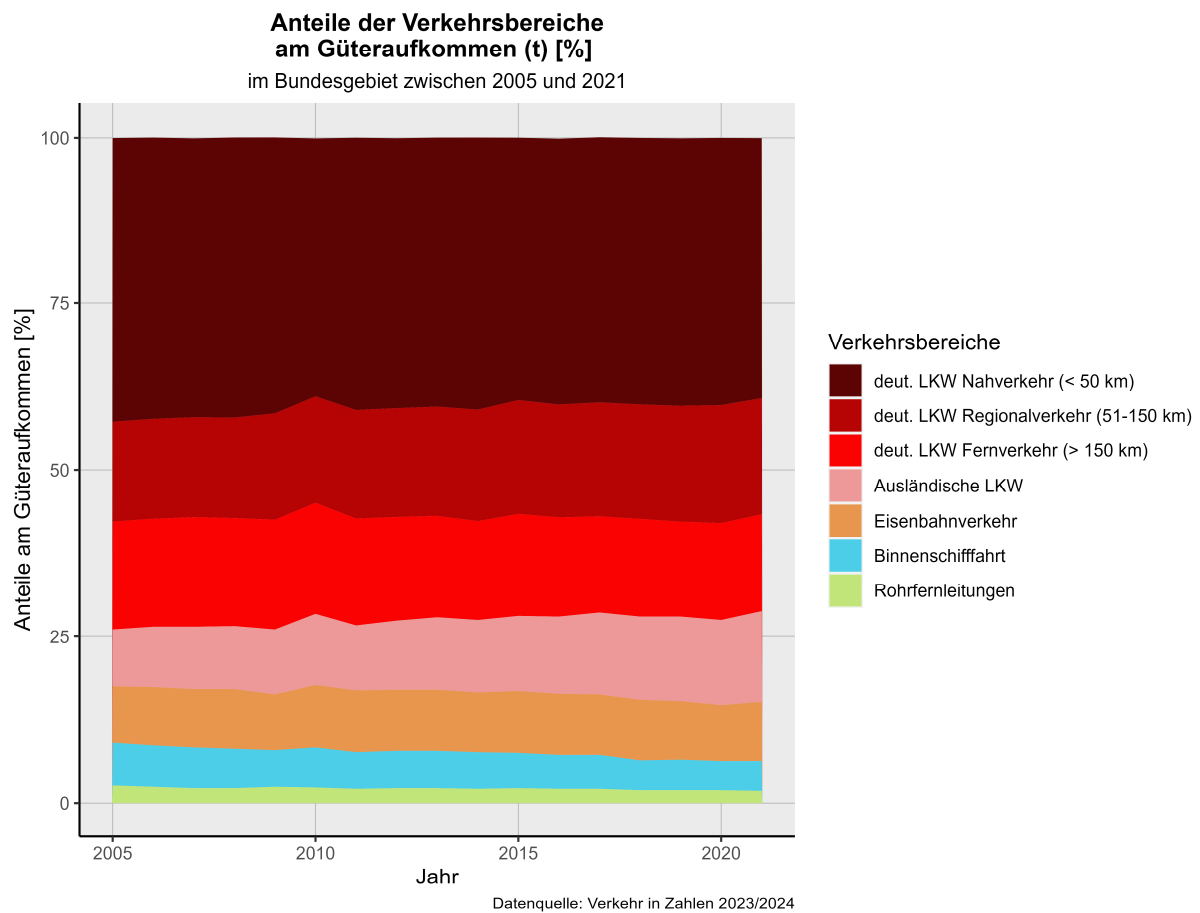
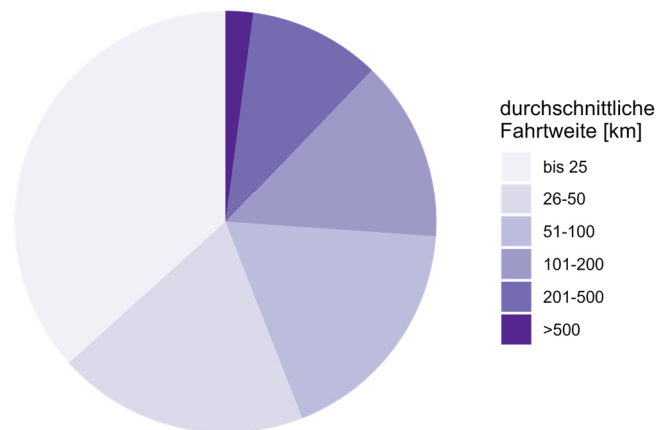


Abbildung 1: binnenländisches Güteraufkommen nach Verkehrsbereichen (BMVI 2023)

**Lastfahrten deutscher und ausländischer LKW
- innerdeutscher Verkehr (Binnenverkehr und Kabotage)**
nach durchschnittlicher Fahrtweite [km] im Jahr 2022



Datenquelle: KBA VE3.14 2022

Abbildung 2: durchschnittliche Fahrtweite von Lastfahrten im innerdeutschen LKW-Verkehr (KBA 2024)

Region als Standort-Suchraum für Logistikimmobilien

Für die meisten Typen von Logistikimmobilien werden Standortentscheidungen und die damit zusammenhängende Optimierung ihrer logistischen Prozesse, die sich an gegebenen Verkehrsinfrastrukturen sowie Beschaffungs- und Absatzmärkten ausrichtet, auf einer regionalen Ebene und nicht auf der einzelner Kommunen getroffen (Veres-Homm und Weber 2019, siehe weitergehend Kapitel 2.4).

Die MKRO fordert in dem Zusammenhang, dass Regionalplanungsbehörden eine spezifische Raumbewachung von Logistikstandorten durchzuführen sollen (MKRO 2022).

Regionalplanung

Auch aus Sicht der räumlichen Planung ist die Region relevanter Handlungsraum, denn die Regionalplanung stellt „die Schnittstelle der Raumordnung zur kommunalen Bauleitplanung dar“ und gleichzeitig werden hier die „konkretesten Festlegungen der Raumordnung“ vorgenommen (Pribs 2013, S. 105), z. B. durch verbindliche zeichnerische Festlegung von Vorranggebieten für Logistik.

1.1.3 Unzureichende Adressierung in Raum- und Verkehrsplanung

Trotz der genannten Gründe findet nach derzeitigem Kenntnisstand eine planerische Adressierung nur in geringem Maße statt.

Raumordnung

Denn bislang wird die Logistik bislang trotz der beschriebenen Raumwirksamkeit nicht als Handlungsfeld der Raumordnung gesehen (Vallée 2012). Vallée (2012) und Langhagen-Rohrbach (2012) zeigen jedoch einzelne Beispiele, in denen Logistik in förmlichen Raumordnungsplänen bzw. informellen Konzepten adressiert wird. Eine verpflichtende Überprüfung auf Raumverträglichkeit findet hingegen lediglich bei einem geplanten Neubau von logistischen Knoten in einem förmlichen Raumordnungsverfahren statt.

Verkehrsplanung

Grundsätzlich gilt, dass der Güterverkehr in der Verkehrsplanung trotz seiner Relevanz für die Verkehrswende bislang kaum berücksichtigt wird. Dies geschieht bislang vor allem auf kommunaler Ebene in Form *städtischer Wirtschaftsverkehrskonzepte* (dazu weitergehend Leerkamp et al. 2020). Planungsraum derartiger Konzepte ist bislang in Deutschland jedoch meist nicht eine Stadt, sondern vielmehr die innerstädtischen Bereiche von Großstädten (Leerkamp 2021a). Hinsichtlich der Logistiksegmente wird insb. das Stückgut- und KEP-Segment adressiert (ebd.). Auf Ebene von städtischen Quartieren liegt zusätzlich mit Assmann (2020) ein Planungsansatz vor, der die Anforderungen von Stadtplanung und städtischer Logistik integriert.

Auf regionaler Ebene ist zu beachten, dass abgesehen vom Schienenpersonennahverkehr (SPNV), für dessen Planung von den Bundesländern in Teilen gesonderte regionale Institutionen gegründet wurden (z. B. in NRW und Hessen), sowie einzelnen per Landesgesetz verantwortlichen Regionalverbänden, wie dem Regionalverband Großraum Braunschweig, der als Pflichtaufgabe u. a. die „verkehrsträgerübergreifende Verkehrsentwicklungsplanung“ (§2 Abs. 3 Nr. 1 Gesetz über den Regionalverband "Großraum Braunschweig") wahrzunehmen hat, keine Erfordernisse/Kompetenzen zur Verkehrsplanung aus gesetzlichen Aufgaben auf regionaler Ebene existieren.

Fehlende Datengrundlagen

Ebenso sind fehlende Datengrundlagen ein Hindernis, denn Daten zu kleinräumigen Verkehrsverflechtungen im Güterverkehr liegen bislang nicht vor. Auch kleinräumige (Geo-)Daten zur Verortung von für die Logistik relevanten Standorten liegen lediglich in Ausnahmefällen vor. Eine Ausnahme stellt hier das *ruhrAGIS* im Ruhrgebiet dar, das „die reale Nutzung vor Ort, d. h. den Branchenbesatz sämtlicher Gewerbe- und Industrieflächen nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige des Statistischen Bundesamtes 2008 (WZ08)“ abbildet (Weiland 2013).

Bedarf für die Formulierung eines Planungsprozesses

Aufgrund dieser bislang fehlenden planerischen Adressierung fehlt entsprechend auch ein Ansatz für den Ablauf eines beide Planungsdisziplinen integrierenden **Planungsprozesses** sowie daraus abgeleitete, umzusetzende Maßnahmen.

1.1.4 Untersuchung von Raumordnungsplänen/informellen Konzepten auf Adressierung von Logistikstandorten/Güterverkehr

Bislang gibt es darüber hinaus wenige Untersuchungen zur Adressierung von Logistikstandorten in Raumordnungsplänen auf Regions- bzw. Landesebene. Vallée (2012) und Langhagen-Rohrbach (2012) untersuchen ausgewählte Pläne auch im Hinblick auf die Regulierungsintensität von Planaussagen, während Klemmer (2016) zwar alle gültigen Regionalpläne untersucht, jedoch lediglich auf die Erwähnung logistik-/güterverkehrsspezifischer Planaussagen unabhängig von ihrer Regulierungsintensität abzielt. Eine Vergleich mit internationalen Raumordnungsplänen findet bei keiner der Untersuchungen statt.

Gleiches gilt für vorhandene informelle Plankonzepte, die den Güterverkehr/Logistikflächen auf regionaler Ebene adressieren. Hier liegen für den deutschen Planungsraum bislang keine vergleichenden Untersuchungen vor.

1.1.5 Forschungsbedarf bei Raumstrukturen des Güterverkehrs/der Logistik

Hinsichtlich der Untersuchung von Raumstrukturen der Logistik liegen international in umfangreichem Maße Untersuchungen vor. Dennoch existiert lediglich für einzelne internationale Untersuchungen mit Holl und Mariotti (2018) eine Übersicht zu genutzten Methoden und Datengrundlagen, die allerdings zum einen deutschsprachige Untersuchungen nicht miteinbezieht und zum anderen keinen detaillierten Fokus auf die genutzten Datengrundlagen legt.

In Deutschland liegen weiterhin lediglich aggregierte Untersuchungen von Logistikimmobilien auf NUTS 3-Ebene (entspricht der Ebene von Kreisen/kreisfreien Städten) bzw. Gemeindeebene vor (u. a. Klauenberg und Krause Cauduro 2020, Busch 2013, Kretzschmar et al. 2021), was ebenfalls auf Probleme bei der Datenverfügbarkeit und -qualität relevanter Datenquellen zurückzuführen ist. Kleinräumige Untersuchungen auf Ebene einzelner Logistikimmobilien/-flächen sind im Speziellen bislang nicht durchgeführt worden. Auch eine empirische Untersuchung von Standortfaktoren für Logistikunternehmen, die ebenfalls erreichbarkeitsbezogene Standortfaktoren miteinbezieht, existiert in Deutschland zum Zeitpunkt der Konzeption dieser Arbeit nicht.

1.1.6 Integration des Güterverkehrs in die Verkehrsnetzentwicklung

Die „Richtlinien für integrierte Netzgestaltung“ (RIN) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) legen fest, wie Verkehrsnetze in Deutschland funktional gegliedert werden. Lediglich für den Personenverkehr gibt es jedoch bislang ein formalisiertes Vorgehen, das auf den in den Raumordnungsplänen ausgewiesenen Zentralen Orten basiert.

Mit Klemmer (2016) und Leerkamp et al. (2019) liegen bereits Ansätze für die Klassifizierung von Verwaltungsgemeinschaften als Zentrale Orte des Güterverkehrs vor. Diese klassifizieren Standorträume des Güterverkehrs entsprechend ihrer empirisch ermittelten Bedeutung. Eine normative Bewertung z. B. der Raumverträglichkeit von Logistikansiedlungen findet bei beiden Ansätzen jedoch nicht statt. Diese ist Teil herkömmlicher Zentrale-Orte-Konzepte (siehe dazu weitergehend Terfrüchte et al. 2017) und wäre als Grundlage für die Verkehrsnetzentwicklung und die Bewertung von Logistikansiedlungen wünschenswert (dazu auch MKRO 2022). Entsprechend besteht bei der Entwicklung eines neuen Ansatz auch Bedarf für die Festlegung neuer Verknüpfungsregeln, für die Klemmer (2016) einen ersten Ansatz vorlegt.

1.2 Ziel der Arbeit

Übergeordnetes Ziel dieser Arbeit ist daher, für die regionale Planungsebene konzeptionelle Grundlagen für die übergeordnete Gestaltung von Güterverkehr und Logistik zu erarbeiten und dabei ebenfalls offene Forschungsbedarfe zu adressieren.

Zunächst soll dazu die Verankerung von Güterverkehr und Logistik in bestehenden auch internationalen Planungskonzepten sowie Raumordnungsplänen untersucht werden. Daraus sollen dann Anforderungen an einen regionalen Planungsprozess abgeleitet werden.

Darüber hinaus soll eine Übersicht über genutzte Methoden und genutzte Datengrundlagen von Untersuchungsansätzen von Raumstrukturen der Logistik erarbeitet und gleichzeitig eine beispielhafte Untersuchung am Beispiel der Metropolregion Rheinland vorgenommen werden, um

ebenfalls den Bedarf einer Raumbeobachtung der Logistik zu adressieren sowie die Bedeutung von in der Literatur genannten Standortfaktoren validieren zu können.

Ebenfalls soll eine Überprüfung und Weiterentwicklung bestehender Ansätze für die Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs (ZO_{GV}) durchgeführt werden, mit dem Ziel, die erarbeitete Klassifikation ebenfalls für die Standortsteuerung von Logistikansiedlungen verwenden zu können. Darauf aufbauend sollen ebenfalls Verknüpfungsregeln zur Bildung raumverträglicher Verkehrsnetze für den Güterverkehr formuliert werden.

Als Grundlage für die Sicherung von Logistikflächen in Raumordnungsplänen und die Maßnahme eines Planungsprozesses soll des Weiteren ein Vorgehen entwickelt werden, mit dem in regionalen Raumordnungsplänen vorgehaltene Flächen für Logistikansiedlungen qualifiziert werden, um diese Ansiedlungen möglichst raumverträglich und verkehrssparsam zu gestalten.

1.3 Vorgehen und Struktur der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich in sieben Kapitel (siehe Abbildung 3). Die Einführung und Definition von für die gesamte Arbeit relevanten Grundlagen erfolgt in **Kapitel 2**. Dabei wird insb. ein Fokus auf die Vorstellung der hier verwendeten Typologie von Logistikimmobilien gelegt. In **Kapitel 3** erfolgt die Auswertung ausgewählter Raumordnungspläne und Plankonzepte im Hinblick auf die derzeit umgesetzte planerische Adressierung in Raum- und Verkehrsplanung. Des Weiteren werden beispielhaft einzelne internationale Raumordnungspläne und Plankonzepte ausgewertet sowie eine US-amerikanische Planvorgabe. Basierend auf den Auswertungsergebnissen und bestehender Richtlinien wird ein Planungsprozess entwickelt.

Die darauf folgenden **Kapitel 4, 5 und 6** stellen einzelne Elemente des zuvor entwickelten Planungsprozess dar. Im **Kapitel 4** wird ein Überblick über genutzte Methoden und Datengrundlagen zur Raumbeobachtung der Logistik gegeben sowie eigene kleinräumige Untersuchungen am Beispiel der Metropolregion Rheinland durchgeführt. Im **Kapitel 5** werden am Beispiel des Regionalverbands Großraum Braunschweig bestehende Ansätze für die Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs vergleichend untersucht und ein neuer Ansatz entwickelt, der die Anforderungen bestehender Zentrale-Orte-Konzept berücksichtigt. Für diesen werden ebenfalls Verknüpfungsregeln für Entwicklung von Verkehrsnetzen für den Straßengüterverkehr entwickelt. Im **Kapitel 6** wird dann als beispielhafte Maßnahme die Qualifizierung potenzieller Logistikflächen umgesetzt. **Kapitel 7** fasst die wesentlichen Ergebnisse der Arbeit zusammen und zieht Schlussfolgerungen für Planung und Forschung.



Abbildung 3: Struktur der Arbeit

2 Definitionen und Grundlagen

In folgendem Kapitel werden die Logistik und ihre Flächennutzung, die Treiber der Güterverkehrsentwicklung, die damit zusammenhängenden Trends in der räumlichen Struktur und Flächennachfrage der Logistik sowie Typologien von Logistikimmobilien vorgestellt.

2.1 Logistik und ihre Flächennutzung

Logistik bezeichnet nach Pfohl (2010) „Tätigkeiten, durch die die raumzeitliche Gütertransformation und die damit zusammenhängenden Transformationen hinsichtlich der Gütermengen und -sorten, der Güterhandhabungseigenschaften sowie der logistischen Determiniertheit der Güter geplant, gesteuert, realisiert oder kontrolliert werden. Durch das Zusammenwirken dieser Tätigkeiten soll ein Güterfluss in Gang gesetzt werden, der einen Lieferpunkt mit einem Empfangspunkt möglichst effizient verbindet.“ Der dabei realisierte „Transport von Gütern zur Ortsveränderung wird als Güterverkehr bezeichnet.“ (Muchna et al. 2018)

Nach McKinnon (2009) nutzt die Logistik im Wesentlichen gewerblich-industrielles Land für unterschiedliche Zwecke (siehe Abbildung 4):

- Die **Lagergebäude** („Warehousing“) stellen hierbei den größten Flächenverbraucher dar. Zusätzlich gibt es Lagerflächen außerhalb von Gebäuden, z. B. für Grundstoffe und Müll.
- Infrastruktur für die **Durchführung von Güterverkehr** ist ebenfalls eine wichtige Flächennutzung, hierbei sind insbesondere Terminals zum Umschlag von Gütern zwischen Verkehrsträgern oder Fahrzeugen erwähnenswert. Hierzu gehören ebenfalls Flächen zum Abstellen von Fahrzeugen, z. B. LKW-Parkplätze entlang von Autobahnen.
- Durch den **Energiesektor** benötigte Flächen werden entweder für die Lagerung (z. B. Tanks) oder die Verteilung (z. B. Gasterminals) genutzt.

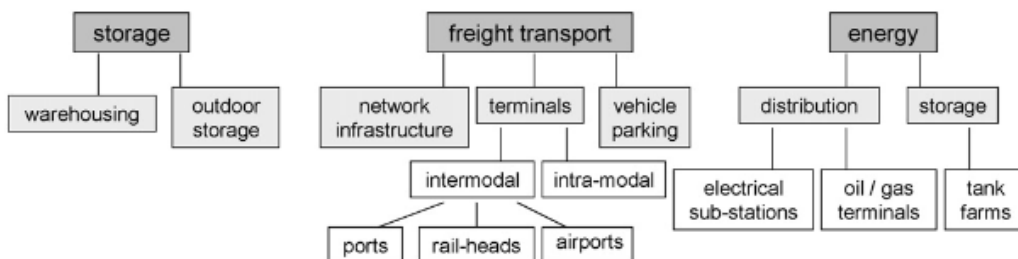


Abbildung 4: logistikbezogene Flächennutzung (McKinnon 2009)

Logistik als Flächenverbraucher

Die Logistik trägt wie beschrieben zu einem relevanten Teil des Flächenverbrauchs bei, denn wie bereits dargestellt machen Warenlagergebäude 25 % des Flächenverbrauchs aller Nicht-Wohngebäude in Deutschland aus (Kretzschmar et al. 2021). Kretzschmar et al. (2021) ermitteln darüber hinaus einen Anstieg der täglichen Flächeninanspruchnahme für Warenlagergebäude von 2,3 ha/Tag zwischen 2000 und 2005 auf 2,9 ha/Tag zwischen 2010 und 2015. Auch in den Jahren danach bis 2022 wurden weitere Fertigstellungsrekorde verzeichnet (siehe Abbildung 5). Dabei ist eine sehr starke räumliche Konzentration der Bautätigkeit zu erkennen, denn 50 % der in Anspruch

genommenen Flächen für neu errichtete Warenlagergebäude konzentrieren sich auf lediglich 1,8 % aller deutschen Gemeinden, die sich insbes. durch eine sehr gute Autobahnanbindung auszeichnen (Kretzschmar et al. 2021).

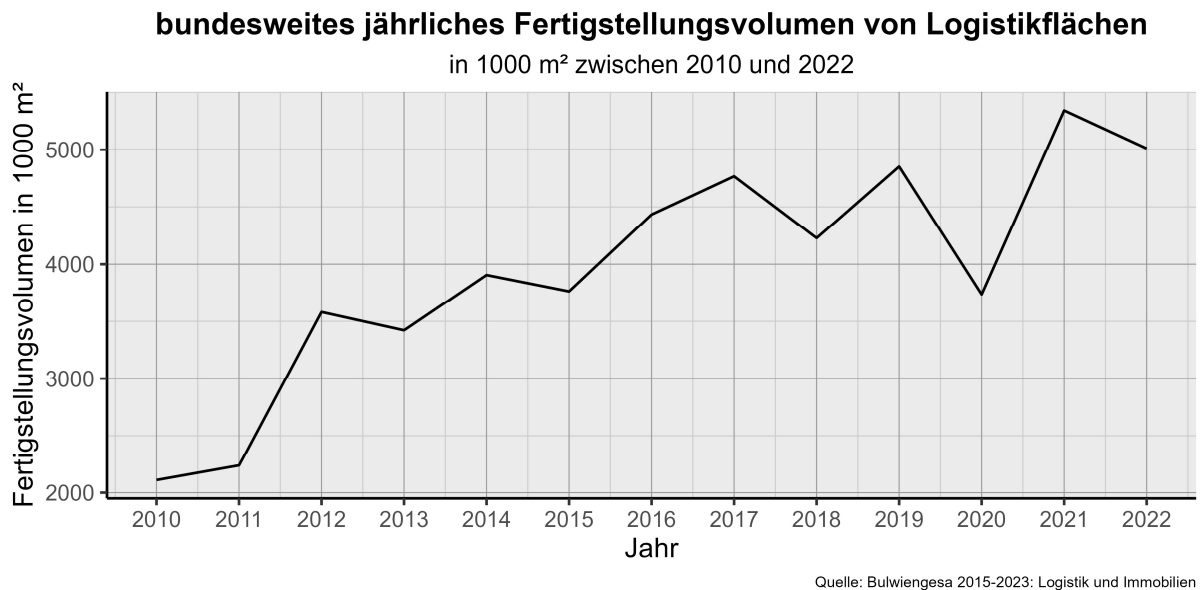


Abbildung 5: bundesweites jährliches Fertigstellungsvolumen von Logistikflächen zwischen 2010 und 2022 (bulwiengesa AG 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023)

2.2 Determinanten der Güterverkehrsentwicklung

Gemäß Flämig (2022) ist hinsichtlich der Güterverkehrsentwicklung festzustellen, dass der Verkehr insgesamt gewachsen ist. Erkennbar ist jedoch, auch im Hinblick auf aktuellere Entwicklungen (siehe Tabelle 1), dass das Wachstum des Verkehrsaufkommens von einem Wachstum der Verkehrsleistung übertroffen wird, es also zu einem Wachstum der Transportweiten kommt.

Tabelle 1: Güterverkehrsentwicklung nach Verkehrsaufkommen und -leistung im Landverkehr (BMVI 2021)

	Anteil am binnenländischen Verkehrsaufkommen 2019 (in t) [%]	Anteil an der binnenländischen Verkehrsleistung 2019 (in tkm) [%]	Entwicklung des binnenländischen Verkehrsaufkommens 2003-2019 [%]	Entwicklung der binnenländischen Verkehrsleistung 2003-2019 [%]
Eisenbahn	8,8	18,6	+24	+52
Binnenschiff	4,6	7,3	-7	-12
Straßengüterverkehr	84,7	71,6	+24	+31

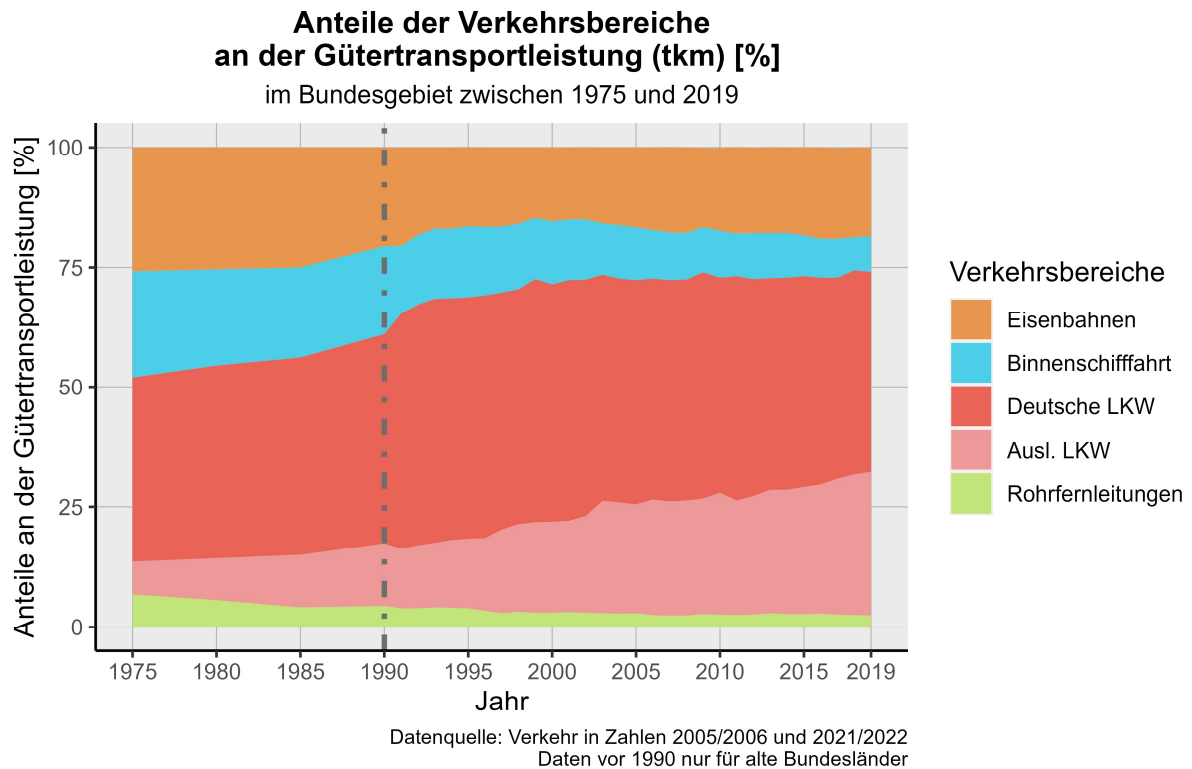


Abbildung 6: binnenländische Güterverkehrsleistung nach Verkehrsbereichen (BMVI 2021, 2005)

Die heutige sehr große Bedeutung des Straßengüterverkehrs ist Ergebnis einer Entwicklung, bei der Straßengüterverkehr an Bedeutung zu Lasten der massengutaffinen Verkehrsträger Binnenschiff und Eisenbahn gewonnen hat (siehe auch Abbildung 6). Jenseits des Bedeutungsgewinns des Straßengüterverkehrs haben darüber hinaus die fast ausschließlich für den grenzüberschreitenden Verkehr relevanten Verkehrsträger Seeschifffahrt und Luftverkehr an Bedeutung gewonnen (Flämig 2022). Das Verkehrswachstum sowie die unterschiedliche Entwicklung der Verkehrsträger „werden auf unterschiedliche Effekte zurückgeführt, bei denen räumliche, technologische und marktseitige Veränderungen zusammenwirken (vgl. Flämig 2008). Neben Strukturveränderungen und der infrastrukturellen Ausstattung der Verkehrsträger bestimmen auch verkehrswirtschaftliche und unternehmensinterne Faktoren das Güterverkehrsgeschehen. Dazu gehören insbesondere das Produktionssystem sowie die raum-zeitliche Angebotsqualität der Verkehrsträger, deren Kapazitäten und Zugänglichkeit.“ (Flämig 2022)

2.2.1 Gütermengeneffekt: Güterstruktur- und -werteffekt

Als grundlegender Auslöser für den oben beschriebene Entwicklung des Güterverkehrs wird der **Güterstruktureffekt** gesehen. Nach diesem verändert sich „die mengenmäßige Bedeutung der zu transportierenden Güterarten [...] und spiegelt den Strukturwandel der Wirtschaft wider. Daraus ergeben sich veränderte Anforderungen an die logistischen Prozesse, die von den Verkehrsträgern unterschiedlich gut bewältigt werden können und dadurch den Modal Split beeinflussen. [...] In der Langzeitbetrachtung haben die Investitionsgüter und die Konsumgüter an Bedeutung gewonnen, während u. a. die Massengüter Kohle, Erze und Rohstahl mengenmäßige Rückgänge zu verzeichnen hatten. Die Schiene und das Binnenschiff haben folglich in denjenigen Gütersegmenten kontinuierlich

an Aufkommen eingebüßt, in denen sie besonders wirtschaftlich eingesetzt werden können.“ (Leerkamp 2021b)

In diesem Zusammenhang ist zusätzlich der **Güterwerte**effekt zu sehen, nach dem der Wert je transportierter Tonne bzw. Volumeneinheit ansteigt. U. a. ist dies auf den Bedeutungsgewinn „technologieintensiver Produkte“ zurückzuführen. Das „abnehmende Gütergewicht [trägt] auch zum Rückgang der Transportkosten an den Gesamtkosten der Güterproduktion und -verteilung bei.“ (Flämig 2022). Auch dieser Effekt trägt dazu bei, dass „der spezifische Vorteil der Massenguttransportmittel Bahn und Binnenschiff, über ihre großen Kapazitäten Skaleneffekte und Kostenvorteile gegenüber dem Lkw zu realisieren, stark relativiert wird“ (ebd.).

Beide Effekte werden zusammen auch als **Gütermengeneffekt** bezeichnet (ebd.).

2.2.2 Infrastruktureffekt

Die Bedeutungsentwicklung der Verkehrsträger ist ebenfalls auf politische Entscheidungen bei der Förderung von Verkehrsträgern zurückzuführen. Als Beispiel gilt hier unter anderem der Rückbau des Eisenbahnnetzes seit den 1960er Jahren (dazu Gäbler et al. 2021), der dazu führt, dass das Eisenbahnnetz heute nur noch 70 % der Länge besitzt, die es 1955 hatte. Stattdessen wurde die Straße als Verkehrsträger ausgebaut. Eine weitere relevante Entscheidung ist die Durchführung des Sanierungsprogramms der DB Cargo AG „Marktorientiertes Angebot Cargo (MORA C)“, bei dem von 2000 bis 2003 die Bedienung von Anschlussgleisen in großem Maße gekürzt wurde (DVZ Redaktion 2020; Flämig 2022), was auch zum Effekt hat, dass „der Lkw auf der letzten Meile weiter an Bedeutung gewinnt“ (Flämig 2022)

2.2.3 Deregulierungs- und Liberalisierungseffekt

Ebenfalls relevant ist die Ordnungspolitik der Europäischen Union, die u. a. zum Ziel hatte, durch Deregulierung und Liberalisierung des Straßengüterverkehrs ein effizienteres System sowie schnelle und preiswerte Transportmöglichkeiten zu bekommen (Flämig 2022). Dadurch, dass das wesentliche Ziel der Maßnahmen der „Abbau technisch-organisatorischer, fiskalischer oder physischer Barrieren“ war, ist als Effekt v. a. eine steigende Transportleistung erkennbar (Flämig 2022; Vahrenkamp 2010). Zwischen 1990 und 1999 stieg diese innerhalb der EU um 76 % (Vahrenkamp 2010).

2.2.4 Logistikeffekt

„Der Logistikeffekt beschreibt die Strukturveränderungen im Gütertransport. Eine wesentliche Entwicklung ist das Outsourcing von Unternehmensfunktionen.“ (Flämig 2022) Aufgrund des Abbau der Fertigungstiefe in deutschen Unternehmen ist ein Anstieg der Gütertransportintensität (Transportleistung/BIP) zu erkennen (ebd.).

Bis zur Corona-Pandemie war es Kernziel der Logistikkonzepte in Produktion und Handel (u. a. Just-in-Time), möglichst Lagerbestände abzubauen. „In der Folge haben die Sendungsgrößen abgenommen und die Anforderungen an die Schnelligkeit und die Flexibilität der Transporte sind gestiegen. Die veränderte Zusammensetzung und zeitlichen Restriktionen der zu transportierenden Güter haben direkten Einfluss auf die Wettbewerbssituation des Verkehrsmarkts.“ (Flämig 2022) Auch diese Entwicklung führen v. a. zu einer Stärkung des Verkehrsträgers Straße. Beispielhaft sind hier die

Netzwerke der Kurier-, Express- und Postdiensten (KEP) zu nennen. „Die Bahn ist selten und das Binnenschiff gar nicht in derartige Netze eingebunden.“ (Flämig 2022)

Der Logistikeffekt kann somit auch als verkehrliche Auswirkungen des modernen Supply Chain Managements beschrieben werden. Nach Mentzer et al. (2001) bezeichnet Supply Chain Management:

1. „Einen Systemansatz zur Betrachtung der Lieferkette als Ganzes und zum Management des gesamten Warenflusses vom lieferndem Unternehmen bis zum Endkunden
2. Eine strategische Ausrichtung auf kooperative Bemühungen zur Synchronisierung und Konvergenz innerbetrieblicher und zwischenbetrieblicher operativer und strategischer Fähigkeiten zu einem einheitlichen Ganzen;
3. Kundenorientierung [...] [umzusetzen], die zur Kundenzufriedenheit führ[t].“

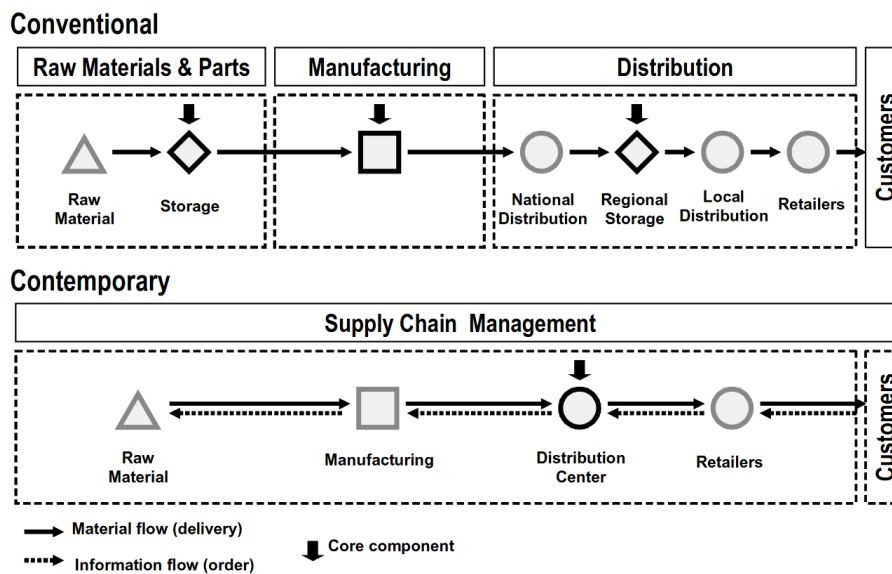


Abbildung 7: Neuorganisation der Güterströme im Zuge des Supply Chain Managements (Hesse und Rodrigue 2004, S. 6)

2.2.5 Informatisierungseffekt

Die Informations- und Kommunikations-Technologie ist Grundlage heutiger raum-zeitlicher Arbeitsteilung (Flämig 2022) und macht somit auch erst die Einführung des modernen supply chain management möglich. Damit ist die Kommunikation über die ganze Logistikkette möglich, sodass sowohl eine rechtzeitige Lieferung von Rohstoffen und Vorprodukten in der Produktion, als auch eine effektive Organisation von Vertrieb und Marketing umgesetzt werden kann (Flämig 2022; Hesse und Rodrigue 2004). „Auf dieser Grundlage konnten sich neue Produktions- und Logistikkonzepte, wie beispielsweise Outsourcing und Just-in-Time, erst durchsetzen. Mit der Etablierung des Internets sind die Zugangsbarrieren zu Bezugs- und Absatzquellen deutlich reduziert worden und der Aufbau weiter entfernt liegender Lieferbeziehungen weiter erleichtert worden.“ (Flämig 2022) Dies hat auch zu einer steigenden Bedeutung des Online-Handels beigetragen (ebd.), für die auch die Corona-Pandemie ein erheblicher Treiber war.

2.2.6 Räumliche Auswirkungen der Güterverkehrsentwicklung

Bei der heutigen globalen Integration der Lieferketten bilden Distributionszentren vielfach das Bindeglied zwischen der globalen Beschaffung sowie der regionalen Verteilung (siehe auch Abbildung

7). Die Ansiedlung von Distributionszentren ist das Ergebnis steigender qualitativer Anforderungen an Lieferketten, der durch den beschleunigten Informationstransfer, durch sich ändernde Verbraucherpräferenzen und den zunehmenden Wettbewerb verursacht wird. Im Ergebnis wird nun die Lagerung von Gütern in einer einzigen Einrichtung anstelle von mehreren konzentriert. Distributionszentren sind fluss- und durchsatzorientiert aufgebaut und ersetzen das Lager mit kostenintensiven großen Beständen. Die dort behandelten Güterströme haben geringere Volumen, eine höhere Frequenz und erstrecken sich über größere Entfernungen. Dieser Wandel beinhaltet eine Vergrößerung der Einzugsbereiche sowie eine zeitliche Flexibilisierung der Güterströme. Beides führt zu einem Anstieg des Güterverkehrsaufkommens und der -leistung. (Hesse und Rodrigue 2004)

Hesse und Rodrigue (2004) beschreiben darüber hinaus Veränderungen bei den räumlichen Strukturen von Distributionszentren. Ein Wechsel von alten Industriezentren hin zu Standorten an Autobahnkreuzen, Häfen und Frachtflughäfen ist erkennbar. Darüber hinaus werden die Logistikimmobilien größer. Bei der Standortauswahl muss ein optimales Verhältnis zwischen niedrigen Grundstückspreisen und kurzen Entfernungen zu den Endkund*innen gefunden werden. Daher tritt bereits bei Hesse und Rodrigue (2004) zu Tage, dass Ansiedlungen vor allem in Metropolregionen, am Stadtrand sowie in Vororten stattfinden. Sie zeigen ebenfalls auf, dass in Distributionszentren auch Mehrwertlogistik, wie Montage oder Verpackung, durchgeführt wird und somit die Funktionen von Produktion und Distribution im Rahmen des supply chain managements „verschwimmen“ (ebd.). Die Einbettung in Logistiknetzwerke führt in manchen Fällen ebenfalls zu einer Verlagerung von größeren Verteilungszentren, die oft transnationale Einzugsgebiete bedienen. (Hesse und Rodrigue 2004)

Neben den Effekten, die auf Determinanten des Güterverkehrs zurückzuführen sind, sind derzeit v. a. politische Entscheidungen prägend für die Gestaltung von Handelsbeziehungen und in der Folge auch für die Raumstruktur der Logistik. Denn aufgrund von zunehmendem Protektionismus (z. B. der USA), dem Anstieg der Produktionskosten in asiatischen Ländern sowie gestörter Lieferketten durch die Corona-Pandemie, des Kriegs gegen die Ukraine sowie weiterer geopolitischer Krisen wird derzeit davon ausgegangen, dass in Teilen eine Re-Regionalisierung der Produktion oder „regionale Globalisierung“ (z. B. durch Verlagerung der Produktion nach Osteuropa) stattfinden wird (Scharmanski und Homagk 2021; Lehmacher und Grotmeier 2017; Leerkamp et al. 2022; Kassner et al. 2023). In diesem Zusammenhang ist seit 2020 ebenfalls ein Bedeutungsgewinn der Lagerhaltung in der Industrie zu verzeichnen (Flach und Schultz 2022). Im Zuge des Kriegs gegen die Ukraine, der damit verbundenen Sanktionen gegen Russland sowie einer als zu groß wahrgenommenen Abhängigkeit von China wird ebenfalls diskutiert, Handelsbeziehungen primär wertebasiert auszurichten und damit auf Partner zu konzentrieren, die demokratische Werte und Prioritäten teilen – sogenanntes *friend-shoring* (Yellen 13.04.2022).

Die Güterverkehrsentwicklung zeichnet sich also bislang durch eine ansteigende Verkehrsleistung, die u. a. auf steigende Anforderungen an die Logistik (z. B. durch das supply chain management) zurückzuführen ist und dabei insb. durch den Bedeutungsgewinn des Verkehrsträgers LKW aus, der im Vergleich zur Schiene und zum Binnenschiff weniger nachhaltig ist. Handlungsbedarf aus Sicht von Verkehrs- und Raumplanung besteht nicht nur in der Verkehrsverlagerung auf umweltfreundliche Verkehrsträger, sondern auch in der Berücksichtigung der sich aktuell verändernden geopolitischen

Rahmenbedingungen zur Sicherung stabiler Lieferketten, die sich ggf. in zusätzlichem Bedarf nach Logistikimmobilien zeigen wird.

2.3 aktuelle Trends in der räumlichen Verteilung der Logistik

Im Folgenden werden weitere Trends dargestellt, die in der aktuellen Literatur diskutiert werden und in Teilen auf die oben beschriebenen grundsätzlichen Effekte in der Güterverkehrsentwicklung und der Veränderung von Lieferketten zurückzuführen sind. Als ein weiterer Auslöser, der Einfluss auf die meisten hier beschriebenen Trends hat, sind Planungen der öffentlichen Hand zu sehen, die einerseits auf negative Auswirkungen von Logistik reagieren und andererseits Ergebnis der planerischen Erkenntnis sind, das Logistik ebenfalls zur Funktionsfähigkeit von Städten und Regionen beiträgt.

2.3.1 Logistics sprawl

Die Ansiedlung von Logistikeinrichtungen wird durch die vielfache Abwesenheit einer regionalen Steuerung (siehe dazu auch Kapitel 3) vor allem von den lokalen Regierungen und dem Grundstücksmarkt entschieden (Dabanc und Raimbault 2015; Vallée 2012; Heitz et al. 2017). "Die Flächennutzungsplanung und die Ausklammerung des Güterverkehrs in der Stadtplanung haben dazu beigetragen, dass Logistikanlagen aus den Innenstädten in die Vororte verlagert wurden, da erschwingliche Industrieflächen für Logistikunternehmen nicht mehr zur Verfügung standen." (Aljohani und Thompson 2016) Ein Grund für den Ausschluss von Logistikimmobilien in städtischen Gebieten ist die Umwandlung von ehemals innerstädtischen Industrieflächen in nicht-industrielle Flächen (z. B. Wohnbauflächen), mit dem Ziel, Einnahmen aus der Grundsteuer zu maximieren (Aljohani und Thompson 2016; Dabanc und Rakotonarivo 2010). Darüber hinaus waren Unverträglichkeiten zwischen Logistiktutzungen und anderen sensiblen Nutzungen wie Wohnen ausschlaggebend (Aljohani und Thompson 2016).

Bedeutung von spekulativen Logistikimmobilienentwicklungen

Darüber hinaus ist eine wachsende Bedeutung von spekulativen Entwicklungen durch auf Logistikimmobilien spezialisierte Entwicklungsgesellschaften zu beobachten (Hesse 2004). Für sie sind suburbane Standorte attraktiver, weil sie "erschwinglichere Industrieflächen haben, die zu wettbewerbsfähigen Preisen vermietet werden können." (Aljohani und Thompson 2016) Daher werden Standortentscheidungen primär durch den Marktwert und die Wiedervermietbarkeit einer Logistikimmobilie und nicht durch das Ziel der Optimierung von Lieferketten eines einzelnen Unternehmens bestimmt (van den Heuvel et al. 2013b; Vallée 2012). In Deutschland zeigt sich dies in einem seit 2015 ansteigenden Anteil spekulativer Entwicklungen (siehe Abbildung 8).

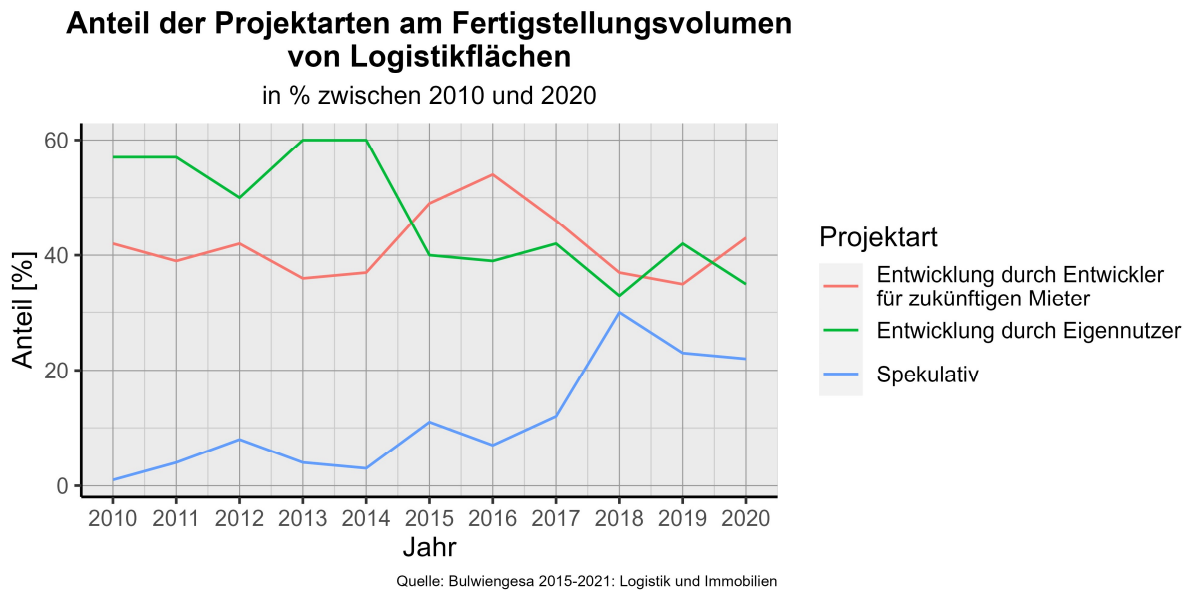


Abbildung 8: Projektarten bei der Entwicklung von Logistikimmobilien (bulwiengesa AG 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021)

Wie bereits oben beschrieben, führen steigende qualitative Anforderungen an die Logistik zu veränderten Anforderungen an Standorte. Insbesondere werden größere Standorte benötigt (Hesse 2004; Cidell 2011; Leigh und Hoelzel 2012). Erschwingliche und robuste Potenzialstandorte sind ebenfalls vor allem in suburbanen und exurbanen Räumen zu finden (Andreoli et al. 2010). Als Grund für die Wanderung von Ballungsräumen/bestehenden Logistikclustern in peripherere Regionen werden in einem Whitepaper des deutschen Zentralen Immobilienausschusses, das dieses Thema adressiert, zusätzlich hohe Lohnkosten sowie Arbeitskräftemangel genannt (Kassner et al. 2023). Im Ergebnis gibt es einen steigenden Anteil von fertiggestellten Logistikflächen in Gebieten, die gemäß der Raumtypklassifikation des BBSR als peripher klassifiziert werden (ebd.).

Unterscheidung zwischen *logistics sprawl* und *logistischer Suburbanisierung*

Einzelne Autoren unterschieden zusätzlich zwischen *logistics sprawl* und *logistics suburbanization* (Heitz et al. 2017; Klauenberg und Krause Cauduro 2020). Hier wird unterschieden zwischen *logistics sprawl* als nach außen gerichtete Wanderungsbewegung weg vom Kern des Ballungsraums (siehe Teil A in Abbildung 9), während *logistische Suburbanisierung* als Konzentration logistischer Einrichtungen in suburbanen Räumen verstanden wird (Klauenberg und Krause Cauduro 2020, siehe Teil B in Abbildung 9). Die *logistische Suburbanisierung* beschreibt darüber hinaus die Transformationen von Vororten mit geringer Dichte und die Integration von Logistikimmobilien in die Ballungsraumränder (Heitz et al. 2017). Klauenberg und Krause Cauduro (2020) führen darüber hinaus den Begriff der *logistischen Clusterbildung* in suburbanen Räumen ein (siehe Teil C in Abbildung 9).

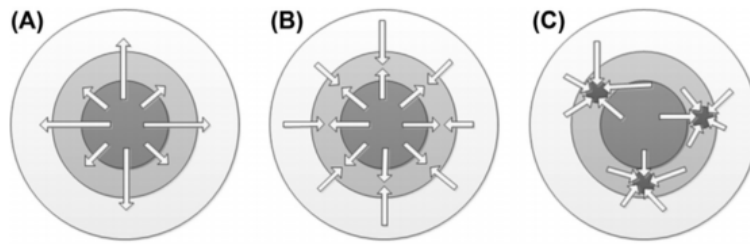


Abbildung 9: Unterscheidung räumlicher Verlagerungstrends in der Logistik nach Klauenberg und Krause Cauduro (2020) – (A) logistics sprawl, (B) logistischer Suburbanisierung, (C) Clusterbildung der Logistik in suburbanen Räumen

Effekte von logistics sprawl

In vielen Studien konnte die Existenz des logistics sprawl nachgewiesen werden. Dennoch, abgesehen neben einer Modellrechnung in Dablanc und Rakotonarivo (2010), gibt es bisher keine schlüssigen Belege dafür, dass dieser tatsächlich zu einer erhöhten zusätzlichen Fahrleistung von Lkw und damit zu negativen Umweltauswirkungen führt. Trent und Joubert (2022) untersuchen GPS-Tracks von Lieferfahrzeugen zwischen 2010 und 2014 und kommen zu dem Schluss, dass *kein* Zusammenhang zwischen der Zersiedelung der Logistik und dem Anstieg der zusätzlichen gefahrenen Kilometer besteht.

2.3.2 Konzentration der Logistik in den Metropolen

Wie bereits weiter oben beschrieben, ist eine Konzentration von Logistikimmobilien auf Großstädte und Metropolregionen erkennbar (Hesse 2008). Dies kann u. a. durch die Nähe zu Kund*innen und die Konzentration auf Verkehrsinfrastruktur erklärt werden (Sakai et al. 2023).

2.3.3 Logistische Clusterbildung

Ein weitere Trend stellt die logistische Clusterbildung dar (Sakai et al. 2023). Dieses Phänomen konnte u. a. in den USA und in den Niederlanden beobachtet werden (Rivera et al. 2014; van den Heuvel et al. 2013b). Die Clusterung kann positive Effekte haben, wie z. B. die Bündelung von Güterströmen oder eine verbesserte Verfügbarkeit von Fahrpersonal, Werkstätten oder sonstigen Wartungseinrichtungen (van den Heuvel et al. 2013b; Sakai et al. 2023; Rivera et al. 2016). Mit Standortkonzepten wie Güterverkehrszentren (GVZ) zielt auch auf die öffentliche Hand auf die Schaffung derartiger Cluster ab (Sakai et al. 2023; Hesse 2004; FGSV 2004; Nobel 2018).

2.3.4 Proximity logistics

Proximity logistics lässt sich mit ‚Nahbereichslogistik‘ übersetzen und beschreibt den Trend der Rückkehr der Logistik in die Kernstädte (Buldeo Rai et al. 2022). Sie stellt damit eine Gegenentwicklung zum oben beschriebenen logistics sprawl dar. Logistikimmobilien dieses Typs befinden sich in städtischen Gebieten mit hoher Dichte und Mischnutzung; sie dienen der Versorgung der Kernstadt (Buldeo Rai et al. 2022).

Zu beachten ist hierbei jedoch, dass diese Entwicklung sich im Wesentlichen auf das Segment der Paketdienste konzentriert (Sakai et al. 2023). Die relevanten Logistikimmobilien stellen hierbei mehrstöckige städtische Konsolidierungszentren (UCC) dar, die die Nutzung von Lastenfahrrädern und Elektrofahrzeugen erleichtern, sowie „städtische Lagerhäuser für die Lagerung von Waren, die

schnell geliefert werden müssen.“ (Sakai et al. 2023) Aufgrund der hohen Immobilienpreise in zentralen Gebieten erfordern diese Logistikimmobilien entweder eine hohe Dichte an Empfängern oder eine öffentliche/private Finanzierung (Sakai et al. 2023; Allen et al. 2014). Aufgrund der geringen Flächenverfügbarkeit in diesen Gebieten werden diese Logistikimmobilien vielfach auf stillgelegten oder ungenutzten Flächen neugebaut oder bestehende Immobilien durch Renovierung oder Sanierung nutzbar gemacht (Buldeo Rai et al. 2022). Die perspektivische Umsetzung nachhaltiger Last-Mile-Innovationen wie der Einsatz von Lastenfahrrädern und Elektrofahrzeugen wird den Flächenbedarf in zentralen Bereichen für die Logistik erhöhen (Sakai et al. 2023; Ranieri et al. 2018). Die Stadt Paris hat diesen Trend erkannt und hält Flächen für städtische Dienstleistungen vor; diese Flächennutzungskategorie umfasst auch Logistik (Raimbault et al. 2018).

2.3.5 Verbleibende Logistikeinrichtungen in verdichteten Vororten

Der letzte hier zu berücksichtigende Aspekt beschreibt den z. B. in der Metropolregion Paris beobachtbaren Trend, dass es trotz vielfältiger Veränderungen der Raumstruktur alte, vor dem Jahr 2000 gebaute Lagergebäude mit geringen Nutzflächen (200-500 m²) in den verdichteten Vororten gibt, die in Gebieten mit hohen Bodenpreisen liegen (Heitz 2021). Aufgrund ihrer zentralen Lage werden sie von auf Logistikimmobilien spezialisierten Entwicklungsgesellschaften als Standortpotenziale für urbane Logistikimmobilien gesehen (ebenda). Trotz dieser Perspektive sind bislang keine nennenswerten Umwandlungen oder Verdrängungen erkennbar (Sakai et al. 2023). Heitz und Beziat (2016) nennen die Paketdienste in der Region Paris als Beispiel. Historische Marktteilnehmende, wie z. B. das Nachfolgeunternehmen der französischen Post, nutzen weiterhin ihre zentralen Standorte im dichtbesiedelten Stadtzentrum.

Die unterschiedlichen Trends zeigen die unterschiedlichen Flächenansprüche der Logistik an den Raum. Insbesondere am räumlichen Trend des logistics sprawl ist erkennbar, dass die Nicht-Behandlung von Logistik und Güterverkehr als Planungsaufgabe erst das Aufkommen dieser planerisch nicht wünschenswerten Entwicklung möglich gemacht hat und daher hier Handlungsbedarf vorliegt.

2.4 Typologie privater Logistikimmobilien nach Veres-Homm und Weber (2019)

In der deutschsprachigen Literatur gibt es mit Veres-Homm et al. (2019) eine Typologie von privaten Logistikimmobilien, die auf Basis einer Logistikimmobiliendatenbank¹ des Fraunhofer SCS sowie unter Nutzung von weiteren Literaturquellen zur Verkehrserzeugung (Wagner 2009, Bosserhoff 2000) abgeleitet wurde. Diese wird aufgrund einer nachvollziehbaren Abgrenzung auch für die spätere Flächenqualifizierung verwendet. Diese Standorttypisierung beinhaltet die folgenden fünf Standorttypen:

- Regionalversorgende Logistikstandorte
- Zentralversorgende Logistikstandorte

¹ Anders als bei den weiter unten folgenden Quellen gibt es zu der hier vorgestellten Typologie und der zugrunde liegenden Datenbank keine veröffentlichten empirischen Untersuchungen.

- Gateway-Logistikstandorte
- Industrielle Logistikstandorte
- Netzwerk-Logistikstandorte

Eine Übersicht über relevante Kennziffern aus Sicht der jeweiligen nutzenden Logistikunternehmen zeigt Tabelle 2. Neben der Beschreibung der einzelnen Logistikstandorttypen wird zusätzlich auf derzeit vorliegende, teils kurzfristige Trends und ihre spezifische Bedeutung für den jeweiligen Standorttyp eingegangen.

Regionalversorgende Logistikstandorte

Logistikstandorte dienen der regionalen Versorgung bzw. der Versorgung eines Ballungsraumes, insbesondere mit zeitkritischen und verderblichen Waren. Nutzende sind z. B. Unternehmen aus Einzelhandel (u. a. für die Filialversorgung des Lebensmitteleinzelhandels), Großhandel (z. B. mit pharmazeutischen Produkten), Online-Handel (mit Fokus auf kurze Zustellzeiten) sowie die regionale Ersatzteilversorgung. 23 % aller Logistikimmobilien sind diesem Typen zuzuordnen. Die Grundstücke sind im Durchschnitt 5 ha groß, die Beschäftigtenzahl pro ha Grundstücksfläche beträgt 39 Arbeitnehmende. Die produzierten LKW-Fahrten/ha liegen bei ca. 65 Fahrten. Der typische Distributionsradius liegt bei ca. 40 km. Bei den Beschaffungsverkehren handelt es sich meist um langstreckige Verkehre mit schweren LKW (> 12 t zulässiges Gesamtgewicht), die Filialbelieferung erfolgt meist mit mittelschweren LKW (7,5 – 12 t zulässiges Gesamtgewicht). (Veres-Homm et al. 2019)

Regionalversorgende Standorte finden sich im nahen Umfeld oder zwischen Ballungsräumen. Grund für die Ansiedlung ist neben günstigen Bodenpreisen und verfügbaren Grundstücken auch die straßenseitige Anbindung (ebd.). Neben dem Einzel- und Großhandel fragen auch Kurier-, Express und Paketdienste (siehe Abschnitt Logistik-Netzwerkstandorte) das Baugewerbe, die Gastronomie- und Hotelbranche sowie Recycling- und Entsorgungsfirmen Logistikstandorte in den Ballungsräumen nach (Jones Lang LaSalle 2017). Zudem setzen große Onlineshops (z. B. Zalando) auf dezentrale Standorte, um kurze Lieferzeiten zu ermöglichen (Leerkamp et al. 2022).

Zentralversorgende Logistikstandorte

Von zentralversorgenden Standorten wird die Distribution für mehrere Ballungsräume, das ganze Bundesgebiet oder noch größere Gebiete organisiert (Veres-Homm et al. 2019). Zu den typischen Branchen gehören Unternehmen aus Groß- und Einzelhandel im Non-Food-Bereich, aber auch Industrieunternehmen (After-Sale-/ Ersatzteillogistik) sowie Versandhandel und E-Commerce. 16 % aller Logistikimmobilien sind diesem Typen zuzuordnen. Die Grundstücke sind im Durchschnitt lediglich 3 ha groß, die Beschäftigtenzahl pro ha Grundstücksfläche beträgt 43 Arbeitnehmende. Die produzierten LKW-Fahrten/ha liegen bei ca. 65 Fahrten. Ein- und ausgehende Verkehre erfolgen im Wesentlichen über größere Distanzen; eingehende Verkehre kommen von (inter-)nationalen Produzenten, ausgehende Verkehre gehen meist zu Filialen innerhalb eines großen Distributionsradius mit v. a. schweren LKW (> 12 t zulässiges Gesamtgewicht) (Veres-Homm et al. 2019; Veres-Homm und Weber 2019).

Zentrallager sind strategisch zwischen Ballungsräumen angesiedelt, für eine große Abdeckung der Zielkund*innen. Ebenfalls sind die Grundstückspreise relevant. Hinsichtlich der Infrastruktur ist die

Autobahnanbindung notwendig (Veres-Homm et al. 2019). Zentralversorgende Logistikstandorte finden sich v. a. in Gegenden, von denen innerhalb von 24 h Sendungen in alle Regionen Deutschlands möglich sind. (Kille und Nehm 2017)

Gateway-Logistikstandorte

Gateway-Logistikstandorte sind Standorte der Import- und Exportlogistik. Dort findet die Bündelung und Weiterverteilung der Waren statt.

An Gateway-Logistikstandorte findet die gebündelte Anlieferung und Weiterverteilung von im Ausland produzierten Waren statt. Typische Branchen hierbei sind Handelsunternehmen und produzierendes Gewerbe, die Güter im Ausland produzieren lassen und diese für den deutschen oder europäischen Markt importieren. Relevante Warengruppen hierbei sind Elektronikartikel, Bekleidung, Spielwaren oder Investitionsgüter. 6 % aller Logistikimmobilien sind diesem Typen zuzuordnen. Die Grundstücke sind im Durchschnitt lediglich 5,2 ha groß, die Beschäftigtenzahl pro ha Grundstücksfläche beträgt 37 Arbeitnehmende. Die produzierten LKW-Fahrten/ha liegen bei ca. 55 Fahrten. Eingehende Warenströme kommen von Frachtflughäfen sowie mittels Container über Seehäfen. Am Gateway-Standorte werden die ankommenden Güter umgeschlagen und danach zu Regional- oder Zentrallagern transportiert. Die ein- und ausgehenden Verkehre werden ausschließlich mit schweren LKW (> 12 t zulässiges Gesamtgewicht) durchgeführt (Veres-Homm et al. 2019; Veres-Homm und Weber 2019).

Gateway-Standorte siedeln sich in der Nähe von Infrastruktureinrichtungen an, die den Import und Export von Waren ermöglichen. Neben international bedeutsamen See- oder Frachtflughäfen sind dies auch KV-Terminals und Güterverkehrszentren (GVZ). Für diesen Standorttyp ist daher auch der Verkehrsträger Schiene von großer Bedeutung (Veres-Homm et al. 2019).

Es wird angenommen, dass die Gateway-Standorte relativ an Bedeutung verlieren (Kille und Nehm 2017), denn derzeit sind, wie bereits oben beschrieben, Anzeichen einer gewissen Umkehrung der Globalisierung von Lieferketten erkennbar (dazu u. a. Leerkamp et al. 2022).

Industrielle Logistikstandorte

Dieser Standorttyp dient der Ver- und Entsorgung des produzierenden Gewerbes. Betrieben werden sie einerseits durch die Industrieunternehmen selbst, aber auch durch Logistikunternehmen, die im Bereich der Kontraktlogistik tätig sind. 40 % aller Logistikimmobilien sind diesem Typen zuzuordnen. Die Grundstücke sind im Durchschnitt lediglich 3 ha groß, die Beschäftigtenzahl pro ha Grundstücksfläche beträgt 37 Arbeitnehmende. Die produzierten LKW-Fahrten/ha liegen bei ca. 25 Fahrten. Derartige Standorte sind „Bündelungspunkt[e] zwischen den Industriebetrieben und ihren Zulieferern.“ (Veres-Homm et al. 2019) Eingehende Verkehre kommen mit Komplettladungsverkehren per Straße oder Schiene; ausgehende Verkehre erfolgen bedarfsgetrieben in regelmäßigen Shuttle-Verkehren zum Werk. Die ein- und ausgehenden Verkehre werden ausschließlich mit schweren LKW (> 12 t zulässiges Gesamtgewicht) durchgeführt (ebd.).

Das wesentlichste Standortkriterium ist die direkte Nähe zur Produktionsstätte; insbesondere trifft dies auf die Automobilindustrie zu. Diese Produktionsstätten liegen vielfach historisch bedingt in innenstadtnahen Lagen, was eine Ansiedlung der zugehörigen Logistikimmobilien in unmittelbarer

Nachbarschaft heute unmöglich macht. Daher ist heute vielfach ein Radius von bis zu 10 km üblich; eine zuverlässige verkehrliche Anbindung ist hierbei obligatorisch. (Veres-Homm et al. 2019)

Hinsichtlich zukünftiger Entwicklungen wird von Kille und Nehm (2017) prognostiziert, dass durch zunehmende Automatisierung eine höhere Gebäudehöhe möglich wird sowie die Relevanz des Standortfaktors Arbeitskräfteverfügbarkeit abnimmt und dadurch auch periphere Standorte in den Fokus rücken (ebd.). Wie bereits oben beschrieben ist seit 2020 insgesamt in der Industrie erkennbar, dass die Lagerhaltung verstärkt wird (Flach und Schultz 2022; Kassner et al. 2023). In diesem Zusammenhang wird wie beschrieben zusätzlich die Re-Regionalisierung von Produktion (*nearshoring*) diskutiert (Kümmerlen 2022). Ebenfalls zuvor wurde diese bereits als möglicher Effekt der Digitalisierung der Produktion beschrieben („Industrie 4.0“), denn diese ermöglicht neben der Individualisierung von industriell gefertigten Produkten (*mass customization*) auch die Dezentralisierung der Produktion (Leerkamp et al. 2022).

Netzwerk-Logistikstandorte

Netzwerk-Logistikstandorte sind die Schnitt- und Umschlagstellen zwischen Nah- und Fernverkehr in den Logistiknetzwerken von System-Logistikunternehmen aus dem KEP- und Stückgutbereich. 13 % aller Logistikimmobilien gehören zu diesem Standorttyp. Die Standorte sind sehr klein, lediglich 2 ha. Hingegen sind die produzierten LKW-Fahrten/ha mit 75 Fahrten sowie der Beschäftigtenbesatz mit 53 Beschäftigten/ha (resultierend aus dem Dreischichtbetrieb) sehr hoch. Innerhalb des Netzwerks stellen diese Standorte Empfangs- bzw. Versanddepots und Umschlag hubs dar. Die Zustellung an Privat- und Endkund*innen erfolgt mit regionalen Verteiltouren mit leichten Nutzfahrzeugen (bis 12 t zulässiges Gesamtgewicht). Der Transport zwischen den Depots bzw. zum Umschlag hub erfolgt in der Regel durch direkte Komplettladungsverkehre. (Veres-Homm et al. 2019)

Für die Versands- bzw. Empfangsdepots ist die Nähe zum Ballungsraum das relevante Standortkriterium, Umschlag hubs sind in peripheren Regionen vorhanden. Bei allen Standorten dieses Typs ist eine störungsfreie Erreichbarkeit mit dem Verkehrsträger Straße von großer Bedeutung. Angesichts der geringen Grundstücksgröße sind Grundstückspreise von geringer Bedeutung (ebd.).

Wesentliche Einflussgröße für die Nachfrage nach diesem Standorttyp stellt der (zumindest bis zur Corona-Krise) dynamisch wachsende Onlinehandel und das daraus resultierende Wachstum der Paketnachfrage dar. Um die Anforderungen an Zeit und Geschwindigkeit einzuhalten und um ebenfalls die mit der Paketnachfrage steigende Anzahl an Retouren abfertigen zu können, werden die Logistiknetzwerke kleinmaschiger gestaltet (Colliers 2020; Kille und Nehm 2017).² Diese Verdichtung findet insbesondere in den Ballungsräumen statt (bulwiengesa AG 2019), so haben inzwischen auch Ansiedlungen in integrierten Lagen stattgefunden (z. B. in Düsseldorf und Hannover, dazu Kille und Nehm 2017).

² So hat DHL als KEP-Dienstleister mit dem größten Marktanteil zwischen 2012 und 2017 bundesweit 80 neue mechanisierte Zustellbasen eröffnet (Kille und Nehm 2017).

Tabelle 2: Merkmale der Logistikstandorttypen nach Veres-Homm und Weber (2019), Veres-Homm et al. (2019)

	Regional- versorgung	Zentral- versorgung	Gateway	Industrielle Logistik	Netzwerk- Funktion
Durchschnittliche Grundstücksgröße [ha]	5,4	3	5,2	3	2
LKW-Fahrten / ha	65	65	55	25	75
Beschäftigte / ha	39	43	37	37	53
Anteil [%] an allen Standorten	23	16	6	40	13
Standortanforderungen					
Lage	Nähe zum Ballungsraum	Peripher/ zwischen Ballungs- räumen		Max. 10 km um Produktions- standort	<u>Depots:</u> Nähe zum Ballungsraum zentral im Distributions- gebiet <u>Hub:</u> peripher
Infrastruktur- anforderungen	Autobahn- anbindung	Autobahn- anbindung	Nähe zu Flughafen, Seehafen, KV/GVZ	Autobahn- anbindung, Gleisanschluss	Autobahn- anbindung, möglichst an Knoten
Preissensitivität bei Grundstückspreisen	hoch	hoch	hoch	niedrig	niedrig

3 Verankerung der Logistik in Raumordnung und Verkehrsplanung

Im Folgenden soll die derzeitige planerische Verankerung der Logistik in Raumordnung und Verkehrsplanung vertieft untersucht werden. Dazu wird zunächst ein Überblick über die Raumordnung und ihre Planungsinstrumente gegeben. Danach werden die Handlungsanforderungen und -möglichkeiten der Raumordnung im Zusammenhang mit Logistikflächen dargestellt. Dann werden formelle Raumordnungspläne sowie informelle Konzepte hinsichtlich deren planerischer Adressierung von Güterverkehr und Logistik ausgewertet. Dies geschieht ebenfalls für ausgewählte internationale Beispiele. Aus den Ergebnissen werden dann Anforderungen an einen Planungsprozess abgeleitet.

3.1 Raumordnung und ihre Planungsinstrumente

Grundsätzlich bezeichnet der Begriff der Raumordnung „die anzustrebende räumliche Ordnung, im Sinne eines <gedachten Idealzustandes>, aber auch die Tätigkeit der Abstimmung und Entflechtung unterschiedlicher Nutzung[en] sowie der Entwicklung des Raumes.“ (Prieb 2013, S. 9–10). Daneben ist hierunter die „Fachdisziplin [zu verstehen], die zusammen mit der Raumforschung räumlich wirksame Prozesse analysiert und bearbeitet“ (ebenda S. 10). Auch die „behördlichen Instanzen, die sich mit der Ordnung und Entwicklung des Raumes befassen“ (ebenda S.10) werden von diesem Begriff umfasst. Es gibt dabei verschiedene Planungsebenen, die sich im Detaillierungsgrad ihrer Planungen unterscheiden und zwischen denen gegenseitige Abhängigkeiten bestehen (ebenda S. 61). Die so entstehenden „Abstimmungs- und Anpassungserfordernisse“ (ebenda S. 62) werden im Begriff des *Gegenstromprinzips* beschrieben (ebenda S. 62). Wesentliche Aufgabe der Raumordnung ist es, die sich aus den Daseinsgrundfunktionen (u. a. Wohnen, Arbeiten, Versorgung, Bildung) ergebenden, oftmals zueinander in Konflikt stehenden Ansprüche an Raum und Umwelt aufeinander abzustimmen (ebenda S.10-14). Die Raumordnung hat somit „die Aufgabe, die fachlich-sektoralen Einzelaspekte [z. B. der Verkehrsplanung] zu integrieren“ (ebenda, S. 61). Raumplanung bezeichnet im engeren Sinne die überörtliche Raumplanung, während die kommunale oder örtliche Planung als Bauleitplanung bezeichnet wird (Prieb 2013, S. 14).

Zu unterscheiden ist hierbei zwischen der rechtlich formalisierten und rechtsverbindlichen formellen Planung (z. B. Raumordnungspläne) und der informellen Planung, die sich u. a. durch „indirekte Wirksamkeit durch die Selbstbindung der Akteur*innen“ (Danielzyk und Sondermann 2018, S. 964) auszeichnet. Zu den Instrumenten der informellen Planung zählen nach Danielzyk und Sondermann (2018) u. a. Informationsgrundlagen (Raumbeobachtung) sowie Leitbilder und Konzepte (wie Mobilitätskonzepte).

3.1.1 Planungsebenen und zugehörige Plantypen

Grundsätzlich fällt die Raumordnung in den Bereich der konkurrierenden Gesetzgebung, d. h. die Länder haben gemäß Art. 72 Abs. 1 GG, „die Befugnis zur Gesetzgebung, solange und soweit der Bund von seiner Gesetzgebungszuständigkeit nicht durch Gesetz Gebrauch gemacht hat.“ Gleichzeitig wird den Ländern in Art. 72 Abs. 3 GG die Möglichkeit gegeben, auch im Falle einer Gesetzgebung durch den Bund „hiervon abweichende Regelungen zu treffen.“

Bund

Der Bund konzentriert sich in der Raumordnung im Wesentlichen darauf, das Raumordnungsgesetz (ROG) zu erlassen und orientierende (informelle) Leitbilder für die Raumentwicklung zu erarbeiten (Priebis 2013, S. 105).

Auf Bundesebene gibt es weiterhin mit der Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) ein Koordinations- und Abstimmungsgremium. Sie dient dazu, dass „grundsätzliche Angelegenheiten der Raumordnung gemeinsam beraten werden.“ (Priebis 2013, S. 64) Dazu werden politische Positionen erarbeitet und Beschlüsse und Empfehlungen verabschiedet (ebd., S. 65). Diese Beschlüsse und Empfehlungen haben „Orientierungsfunktion für die Raumordnung in den Ländern“ (ebd., S. 65).

Länder

„Die räumliche Gesamtplanung auf Ebene der Bundesländer“ wird als Landesplanung bezeichnet. Auf Ebene der Bundesländer befindet sich dementsprechend auch die Oberste Landesplanungsbehörde, die ein Ressort der Landesregierung übernimmt (z. B. in NRW das Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie). Gemäß § 13 Abs. 1 ROG sind in Bundesländern sowohl landesweite Raumordnungspläne aufzustellen, als auch „Raumordnungspläne für die Teilräume der Länder (Regionalpläne)“. Nach Priebis (2013, S. 81) treffen landesweite gültige Raumordnungspläne Festlegungen zu bedeutsamen Vorhaben für die Landesentwicklung (z. B. Standorte von Verkehrsflughäfen) sowie Vorhaben mit Bedarf einer überregionalen Koordinierung und Regulierung (z. B. Trassierung von Autobahnen).

Region

Die räumlich konkretere Regionalplanung stellt „die Schnittstelle der Raumordnung zur kommunalen Bauleitplanung dar“ und gleichzeitig werden hier die „konkretesten Festlegungen der Raumordnung“ vorgenommen (Priebis 2013, S. 105). Aufgabe der Regionalplanung ist es daher, „für Kommunen und andere Planungsträger die Vorgaben der Landesplanung so zu konkretisieren und die spezifischen regionalen Ziele der Raumentwicklung so vorzugeben, dass sie unmittelbar umsetzbar sind.“ (Priebis 2018, S. 2048). Bei der landesgesetzlich geregelten Trägerschaft³ der Regionalplanung werden nach Fürst (2010) und Priebis (2018) vier Modelle unterscheiden:

- Kommunal: in Niedersachsen ist die Regionalplanung vollständig kommunalisiert, d. h. Länder und Kreise sind Träger der Regionalplanung, abgesehen von den Sonderfällen Region Hannover und Zweckverband Großraum Braunschweig.⁴
- Regional: Für Teilräume von Bundesländern (u. a. Baden-Württemberg) werden regionale Planungsgemeinschaften oder -verbände gebildet. Diese haben eigene politische Beschlussgremien. Dieses Modell ist das inzwischen am weitesten verbreitete.
- Regional-staatlich: In diesem Modell existieren ebenfalls regionale Planungsgemeinschaften, jedoch wird die Planungsverwaltung (Planerstellung und Planumsetzung) durch die staatliche Behörde übernommen (z. B. Staatsregierungen in Bayern)

³ Bezeichnet nach Pehlke et al. (2021) die Hauptverantwortlichkeit einer Organisation für eine bestimmte Aufgabe, die durch einen institutionellen Rahmen (hier rechtliche Vorgaben) bestimmt wird.

⁴ Diese sind jeweils Zusammenschlüsse von Landkreisen und kreisfreien Städten und mit der Regionalplanung betraut.

- Staatlich-regional: Abweichend vom regional-staatlichen Modell ist hier rechtlich gesehen das jeweilige Bundesland (NRW und Hessen) Träger der Regionalplanung, denn die ausführenden Behörden sind lediglich unselbstständige Organe der Landesverwaltung (Hangst 2015, S. 308–309).
- Staatlich: In Schleswig-Holstein und im Saarland ist die Regionalplanung rein staatlich organisiert. In Schleswig-Holstein werden dabei durch die Landesplanung die Regionalpläne dreier Regionen erstellt.

Im Regionalplan werden „die Ziele und Grundsätze der räumlichen Entwicklung in der Planungsregion“ festgelegt (Priebis 2018, S. 2051). Dabei hat er folgende Funktionen:

- Entwicklungskonzept für die mittelfristige Perspektive (ca. 10 bis 15 Jahre)
- Instrument zur Ordnung (konkurrierender) Raumnutzungen
- Sicherung von Raumfunktionen (z. B. Sicherung von Gebieten zur Rohstoffgewinnung)

Ein fachspezifisches Themenfeld ist der großflächige Einzelhandel, der sich u. a. zum Schutz der Innenstädte in das zentralörtliche System einfügen und weitere Vorgaben beachten muss (Priebis 2018, S. 2057).

Ziele und Grundsätze in Landes-/regionalen Raumordnungsplänen

Wesentlicher Bestandteil von Raumordnungsplänen auf Landes-/regionaler Ebene ist der verbindliche Teil mit Text- und Karten mit der Festlegung von Grundsätzen und Zielen der Raumordnung (Priebis 2018, S. 2052; Goppel 2018, S. 1310).

Ziele und Grundsätze der Raumordnung stellen die wesentlichen *Erfordernisse der Raumordnung* dar. „Nur Erfordernisse der Raumordnung erzeugen in abgestufter Form raumordnungsrechtlich Bindungswirkungen gegenüber raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen anderer Stellen.“ (Runkel 2018, S. 2990). Nach § 4 ROG werden zwei Arten der Bindungswirkung unterschieden: Zum einen die Beachtungspflicht, die für Ziele gilt und die bedeutet, dass diese bei nachfolgenden Planungen zu befolgen sind und nicht durch Abwägung überwunden werden können. Zum anderen die Berücksichtigungspflicht, die u. a. für Grundsätze gilt, die in nachfolgenden Abwägungs- und Ermessensentscheidungen für raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen umzusetzen ist (Runkel 2018, S. 2990). Die Bindungswirkungen beziehen sich auf *nachfolgende Planungen*. Eine unmittelbare Wirkung, d. h. eine notwendige Anpassung von Plänen, entfalten Ziele der Raumordnung hingegen auf Pläne der Bauleitplanung (Flächennutzungsplan und Bebauungsplan, siehe auch unten), die gemäß § 1 Abs. 4 BauGB an die Ziele der Raumordnung anzupassen sind. Grundsätzlich gilt weiterhin, dass Ziele und Grundsätze der Raumordnung nur auf öffentliche Stellen bindend wirken. Denn die Raumordnung stellt die „überörtliche Planung gegenüber örtlichen Planungen öffentlicher Stellen“ (Runkel 2018, S. 2990) dar.

Ziele der Raumordnung stellen entsprechend gemäß § 3 Abs. 1 ROG „verbindliche Vorgaben in Form von räumlich und sachlich bestimmten oder bestimmbar [...] textlichen oder zeichnerischen Festlegungen in Raumordnungsplänen zur Entwicklung, Ordnung und Sicherung des Raums“ dar. Grundsätze der Raumordnung sind hingegen gemäß § 3 Abs. 2 ROG „Aussagen zur Entwicklung, Ordnung und Sicherung des Raums als Vorgaben für nachfolgende Abwägungs- oder Ermessensentscheidungen“.

Die Umsetzung der Ziele und Grundsätze kann auch auf Ebene definierter Gebiete (Raumordnungsgebiete) erfolgen (Scholich 2018, S. 2841). Die wesentlichen Gebiete stellen Vorrang- und Vorbehaltsgebiete dar. Vorranggebiete stellen ein Ziel der Raumordnung dar und sind „für eine bestimmte raumbedeutsame Funktion oder Nutzung vorgesehen. Andere raumbedeutsame Nutzungen sind [grundsätzlich] in diesem Gebiet ausgeschlossen“ (Scholich 2018, S. 2843). Ein Vorbehaltsgebiet stellt einen Grundsatz der Raumordnung dar, dort ist „ist einer bestimmten raumbedeutsamen Funktion oder Nutzung bei der Abwägung mit konkurrierenden raumbedeutsamen Nutzungen besonderes Gewicht beizumessen“ (ebd., S. 2843).

Städte und Gemeinden

Die Bauleitplanung wird durch Städte und Gemeinden entschieden und ist die konkreteste Form der Raumplanung. Sie gilt nach Priebis (2013, S. 88) als eines der zentralen Instrumente der grundgesetzlich geschützten kommunalen Selbstverwaltung (in Art. 28 GG). Dennoch hat sich die Bauleitplanung wie beschrieben gemäß § 1 Abs. 4 BauGB an die Ziele der Raumordnung anzupassen.

Der Flächennutzungsplan (FNP) dient dabei als Instrument der Selbstbindung aus dem kleinteilige Bebauungspläne entwickelt werden, die auch unmittelbare Rechtswirkungen entfalten. Er soll gemäß § 5 BauGB „die sich aus der beabsichtigten städtebaulichen Entwicklung ergebende Art der Bodennutzung nach den voraussehbaren Bedürfnissen der Gemeinden in den Grundzügen darstellen“. Logistikflächen werden auf Ebene des Flächennutzungsplan in der Regel als gewerbliche Baufläche dargestellt. Der Bebauungsplan stellt die „konkreteste Form der räumlichen Gesamtplanung [...] dar.“ (Priebis 2013, S. 97) Er entfaltet unmittelbare Rechtswirkung auf die Bauherren und legt z. B. konkret überbaubare Grundstücksflächen fest (ebd., S. 97). Logistikflächen werden in der Regel als Gewerbegebiete (GE) oder Industriegebiete festgelegt (GI). Insbesondere zur Ermöglichung eines 24/7-Betriebs ist die Ausweisung als Industriegebiet notwendig, da diese höhere Lärmemissionen in der Nacht erlaubt (Vallée 2012, S. 12). So sind z. B. die Logistikzentren von Amazon und Zalando in Mönchengladbach als Industriegebiet ausgewiesen.

Gegenstromprinzip

„Zu den tragenden Säulen des deutschen Planungssystems“ zählt ebenfalls das **Gegenstromprinzip** wie oben bereits eingeführt (Priebis 2013, S. 101). Dies besagt, dass einerseits Gemeinden in ihren Planungen die Ziele der Raumordnung beachten müssen, aber auch in umgekehrter Richtung durch Regional- und Landesplanung „die Gegebenheiten und Erfordernisse zu berücksichtigen“ (ebd.) sind. Umgesetzt wird das Gegenstromprinzip dadurch, dass umfassende Beteiligungs- und Abstimmungsprozesse zwischen den Planungsebenen vorgenommen werden (ebd.).

3.1.2 Förmliche Instrumente der Durchsetzung der Regionalplanung

Aufgabe der jeweils zuständigen Raumordnungsbehörden, also derjenigen Behörden, die für die Durchsetzung der Raumordnungsziele zuständig sind, ist es, „bei [...] konkreten Planungen und Maßnahmen der Kommunen und anderer Akteur[*innen] auf die Einhaltung der Raumordnungsziele hinzuwirken.“ (Priebis 2013, S. 157) Dementsprechend sind Kommunen und weitere Planungsbehörden dazu verpflichtet, „die Raumordnungsbehörden an ihren Planungsverfahren zu beteiligen.“ (Priebis 2013, S. 158) Ebenfalls müssen bei raumbedeutsamen Planungen die Ziele der Raumordnung beachtet werden (z. B. bei der Linienfindung von Bundesfernstraßen). Verbindlichkeit

erfolgen die Ziele der Raumordnung insbesondere dadurch, dass sie durch die kommunale Bauleitplanung umgesetzt und konkretisiert werden (Priebis 2013, S. 161). Nachfolgend werden die wesentlichen Planungsinstrumente beschrieben.

Stellungnahmen zur Bauleitplanung und zu anderen Planungen

Mit landes- oder regionalplanerischen Stellungnahmen werden Vorhaben auf ihre Vereinbarkeit mit den Zielen der Raumordnung beurteilt. (Priebis 2013, S. 160)

Zielabweichungsverfahren

Dieses Verfahren dient dazu, Vorhaben umzusetzen, die den Zielen der Raumordnung eigentlich widersprechen, eine Abweichung jedoch vertretbar ist (z. B. Bau einer Alternativtrasse zu einer im Regionalplan gesicherten; Priebis 2013, S. 162).

Raumordnungsverfahren

„Das Raumordnungsverfahren prüft die Verträglichkeit eines konkreten Vorhabens und untersucht hier ggf. verschiedene Standort- oder Trassenalternativen auf ihre Raumverträglichkeit. Als Ergebnis legt das Raumordnungsverfahren fest, wo und unter welchen Maßgaben ein konkretes Vorhaben weiter geplant werden kann, um mit den Zielen der Entwicklung eines Raumes (möglichst) im Einklang zu stehen.“ (Panebianco und Zeck 2019, S. 16). Dabei werden raumbedeutsame Verfahren geprüft, die eine übergemeindliche Wirkung haben (ebd., S. 16). Die Anwendungsfälle für das Raumordnungsverfahren sind in der Raumordnungsverordnung aufgeführt und umfassen u. a. den „Neubau von Rangierbahnhöfen und von Umschlagseinrichtungen für den kombinierten Verkehr[s]“ (§ 1 Nr. 9 ROG). Das Raumordnungsverfahren ist einem ggf. durchzuführenden Planfeststellungsverfahren, das die letztendliche Baugenehmigung erteilt, zeitlich vorgeschaltet (Panebianco und Zeck 2019, S. 16).

3.2 Anforderungen und Handlungsmöglichkeiten der Raumordnung zum Umgang mit Logistikflächen

Im Folgenden werden Akteur*innen, Standortkriterien und mögliche Handlungsinstrumente der Raumordnung im Zusammenhang mit der Logistik vorgestellt. Die Logistik wird bislang nicht als Aufgabenbereich der Raumordnung wahrgenommen (Vallée 2012). Wie bereits beschrieben, besteht jedoch aus folgenden Gründen Handlungsbedarf für ein Aufgreifen der Logistik durch die Raumordnung:

- Die Logistik ist relevanter Flächenverbraucher
- Die Logistik ist wichtiger Standortfaktor
- Die Logistik ist Emittent negativer Externalitäten (wie Lärm)
- Die Standortwahl hat große Bedeutung für die Umsetzung der Verkehrswende
- Wachstum des Onlinehandels und dessen Raumwirkungen

3.2.1 Relevante Akteur*innen

Relevante Akteur*innen bei der Entwicklung von Logistikflächen sind auf der Seite der Unternehmen Entwicklungsgesellschaften und Logistikunternehmen als spätere Nutzende. Der Auswahlprozess erfolgt dabei meist mehrstufig. In der ersten Stufe wird ein Makrostandort gesucht, und dann in dessen Umkreis von 15 km ein Mikrostandort, der möglichst als Industriegebiet (GI) oder

Sondergebiet (SO) ausgewiesen ist. In diesem Zusammenhang ist auch die nach Hesse (2004) wachsende Bedeutung von auf Logistikimmobilien spezialisierten Entwicklungsgesellschaften relevant. Dieser Trend hat zur Folge, dass Standortentscheidungen nicht mit Blick auf die Optimierung von Lieferketten eines einzelnen Unternehmens, sondern nach dem Marktwert der Logistikimmobilie getroffen werden (van den Heuvel et al. 2013a; Vallée 2012).

Auf Seiten der öffentlichen Hand sind die Raumplanungsstellen zuständig. Während Landes- und Regionalplanung auf überörtlicher Ebene die Standortauswahl und -sicherung durchführen, befasst sich die Bauleitplanung u. a. mit der Erschließung, den einzuhaltenden Abständen sowie Nutzungsvoraussetzungen und der Regelung betriebsrechtlicher Details (u. a. Emissionsrecht, Vallée 2012, S. 6). Eine weitere Aufgabe der Landes- und Regionalplanung ist die Identifikation bedeutsamer Standorträume für die Logistik sowie eine Vorsorge an Flächen unter Abwägung mit anderen Raumansprüchen zu gewährleisten (ebd., S. 8). Vallée (2012, S. 6) sieht die Rolle der Regionalplanung in der Vorbereitung, Standortbeschreibung, Moderation und Umsetzungsinitiative – vor allem in den Fällen, in denen Kommunen „aufgrund der lokalen Belastungen (Flächeninanspruchnahme, Lärm, Abgase) nicht willens oder in der Lage sind“ diese Aufgaben zu übernehmen (ebd., S. 6).

3.2.2 Standortkriterien für Logistikflächen aus Sicht der Raumordnung

Bereits aus der grundlegenden Aufgabe der Raumordnung, die sich aus den Daseinsgrundfunktionen (u. a. Wohnen, Arbeiten, Versorgung, Bildung) ergebende Ansprüche an Raum und Umwelt aufeinander abzustimmen hat, lässt sich ableiten, dass sich die Standortkriterien der Raumordnung für Logistikflächen von denen aus Unternehmenssicht (siehe dazu Kapitel 2.4) unterscheiden. Vallée (2012) unterscheidet bei den Standortkriterien zwischen überörtlichen und örtlichen.

Überörtliche Ebene (Landes- und Regionalplanung)

Die überörtlichen Standortkriterien werden in raumordnerische Kriterien, Flächenkriterien sowie Anforderungen an bi- bzw. trimodale Umschlagsterminals unterschieden.

Zu den **Raumordnerischen Kriterien** gehört zunächst die Zuordnung zu einem Zentralen Ort (Mittel-/Oberzentrum). Dies dient der Sicherung eines ausreichenden Aufkommens und eines ausreichenden Arbeitskräftepotenzials. Darüber hinaus ist eine gewerbliche Vorprägung sinnvoll, also dass Standortneuentwicklungen möglichst im Zuge von Erweiterungen bestehender Logistik-/Gewerbegebiete stattfinden. Zusätzlich sollten möglichst Brachen reaktiviert bzw. Konversionsflächen genutzt werden. Ebenfalls sind ausreichende Abstände zu sensiblen Landschaftsräumen zur Minimierung von Landschaftseingriffen und Zersiedlung notwendig. Hinsichtlich der Infrastrukturanbindung ist es aus Sicht der Raumordnung sinnvoll, wenn es eine gute intermodale Anbindung gibt.

Ein wesentliches **Flächenkriterium** nach Vallée (2012) ist auf überörtlicher Ebene, dass in Frage kommende Flächen größer als 10 ha, topografisch eben und möglichst rechteckig zugeschnitten und verfügbar sind. Darüber hinaus sollten Erweiterungsoptionen vorhanden sind (in 10 ha Tranchen). Hinsichtlich der Erschließung muss insb. die Anbindung an leistungsfähige überörtliche Straßen gesichert sein. Ebenfalls sollte eine Bahnanbindung, möglichst an eine Hauptstrecke, vorhanden oder möglich sein. Zusätzlich müssen Abstände zu sensiblen Bereichen eingehalten werden. Einerseits

gehören dazu schützenswerte Naturräume wie z. B. Naturschutzgebiete, zu denen möglichst ein Abstand von 500 m einzuhalten ist. Auch Konflikte mit angrenzender Bebauung sind durch Abstände zu minimieren. In NRW fordert der Abstandserlass einen Mindestabstand von 300 m zwischen schutzwürdiger Bebauung (z. B. Wohnen) und Speditionen, Auslieferungslagern für Tiefkühlkost oder Betriebshöfen. Im Zuge der aufkommenden Elektromobilität kommen zusätzlich Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Stromnetze hinzu, um eine schnelle Ladung größerer E-Fahrzeugparks zu ermöglichen.

Zusätzlich gehören hierzu **Anforderungen an bi-/trimodale Umschlagsterminals (KV-Terminals)**. Hinsichtlich der Terminals selbst wird ein umfangreiches Angebot hinsichtlich Öffnungszeiten, Abfahrten, Umschlagszeit erwartet. Für die Anfahrtsrouten der Terminals ist u. a. relevant, dass keine Wohn- und Mischgebiete durchfahren werden, es wenig durch Ampeln geregelte Knoten gibt, die Straßen und Brücken ausreichende Tragfähigkeit besitzen, die Entfernung zum nächsten Autobahnanschluss kurz ist und keine Nutzungseinschränkungen aufgrund von Luftqualität oder Lärmschutz vorliegen. Im Speziellen bei der Anbindung an Wasserstraßen werden zusätzlich u. a. eine geringe Entfernung und direkte Anbindung zum nächsten Hafen mit umfassenden Angeboten (insbesondere Direktverkehre zu Seehäfen) und ausreichende Brückenhöhen (ausreichende Höhe für Schiffsdurchfahrten mit mehreren Containerlagen) gefordert.

Örtliche Ebene (Bauleitplanung und Baurecht)

Auf Ebene der Bauleitplanung werden erneut Abstände zu anderen (schutzwürdigen) Nutzungen als relevantes Kriterium genannt (Vallée 2012). Bei der Erschließung von Logistikimmobilien werden dieselben Kriterien wie bei obigen Anforderungen an bi-/trimodale Umschlagsterminals formuliert (ebd.). Zusätzlich soll ein „störungsfreier Zugang zu anderen Verkehrsträgern (Bahn, Hafen, Flughafen)“ (Vallée 2012, S. 13) gewährleistet sein. Ebenfalls wird die baurechtliche Widmung als Industrie- oder Sondergebiet gefordert, die Voraussetzung für einen 24 h-Betrieb ist (ebd., S. 12). Des Weiteren ist bei der Erreichbarkeit und Anbindung von Logistikstandorten ebenfalls die Bedeutung der Standorte als Arbeitsplatz zu berücksichtigen – es sollte möglichst eine ÖPNV-Anbindung hergestellt werden (ebd., S. 14).

Auf der örtlichen Ebene müssen bei der Standortwahl die Aspekte Verkehrsreduzierung und -vermeidung (durch räumliche Nähe zu Bevölkerungsschwerpunkten) und der Schutz sensibler Nutzungen abgewogen werden (Vallée 2012).

3.2.3 Regionalplanerische Bearbeitung der Logistik

Hierbei ist zu unterscheiden zwischen der Anwendung förmlicher Instrumente der Regionalplanung sowie der informellen Planung.

Anwendung förmlicher Instrumente

Aus planerischer Sicht ist insbesondere die Sicherung von geeigneten Standorten für die Logistik ein relevantes Handlungsfeld: Gut geeignete Standorte müssen gesichert und entgegenstehende Nutzungen ausgeschlossen sowie Standorte schnell entwickelt werden, um den wirtschaftlichen Betrieb von KV-Terminals zu ermöglichen. Zusätzlich gilt es die Ansiedlung von Logistikeinrichtungen an aus planerischer Sicht nicht geeigneten Standorten zu unterbinden. (Vallée 2012)

Die Sicherung von Standorten erfolgt im Wesentlichen mittels der Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten. Vallée (2012) nennt als Beispiel u. a. den im Jahr 2009 beschlossenen Regionalplan Stuttgart, der Schwerpunkte für Industrie und Logistik als Vorranggebiete ausweist. Diese „sind für erheblich belästigende Gewerbebetriebe und Logistikbetriebe vorgesehen; in diesen Gebieten sind andere raumbedeutsame Nutzungen ausgeschlossen, soweit sie mit der vorrangigen Nutzung oder Zielen der Raumordnung nicht vereinbar sind.“ (Verband Region Stuttgart 2009, S. 89) Die so gesicherten Standorte zeichnen sich durch Erschließung bzw. Erschließbarkeit mit der Straße sowie mit einer Lage abseits der Wohnstandorte aus und sind daher geeignet für einen 24 h-Betrieb. Darüber hinaus sollen die vorhandenen Flächenbedarfe adressiert werden (Verband Region Stuttgart 2009).

Erstellung informeller raumordnerischer Logistikkonzepte

Zur Ermittlung der zu sichernden Standorte schlägt die MKRO die Erstellung raumordnerischer Logistikkonzepte vor. Diese sollen auf Landesebene oder für Teilräume erstellt werden und sollen „gesamträumliche Entwicklungsvorstellungen der Landes- und Regionalplanung ebenso [...] berücksichtigen wie betriebswirtschaftliche Anforderungen der Logistikdienstleister und Immobilieninvestoren“ (MKRO 2022, S. 25).

Dabei soll zunächst eine umfangreiche **Raumbeobachtung** durchgeführt werden, bei der die bisher in Anspruch genommenen Flächen sowie der jeweilige planungsrechtliche Rahmen untersucht werden und somit Transparenz über nachgefragte und realisierte Standorte sowie mögliche konkurrierende Nutzungen hergestellt wird. Dabei soll zusätzlich zwischen unterschiedlichen Standorttypen unterschieden werden, konkret „zwischen Distribution auf lokaler/regionaler/nationaler/europäischer/globaler Ebene sowie Depots oder regionalen/nationalen Hubs“. Dies geschieht mit dem Ziel, regional spezifische Flächenbedarfe erkennen zu können. (MKRO 2022) Es handelt sich also um eine ergänzende Schwerpunktsetzung in der Raumbeobachtung, die Voraussetzung und Grundlage räumlicher Planung ist (Sturm 2018) und daher geübte Praxis in den Regionalplanungsbehörden ist.

Des Weiteren sollen **Prognosen** zu weiterem Bedarf an Logistikflächen (differenziert nach den Standorttypen) erstellt sowie die **Identifikation geeigneter Standorte** auf der Basis raumordnerischer Standortkriterien geleistet werden (ebd.). Die geforderten raumordnerischen Standortkriterien entsprechen im Wesentlichen den in Vallée (2012) aufgeführten. Nach MKRO (2022) können geeignete Standorte auch durch ein überregionales Standort- und Funktionskonzept für logistische bzw. verkehrsintensive Nutzungen ermittelt werden, wie es beispielhaft in Leerkamp et al. (2019) erarbeitet wurde. Die identifizierten geeigneten Standorte sollen dann in den Raumordnungsplänen gesichert werden (MKRO 2022).

Informelle Planung bei der Entwicklung von Logistikstandorten

Nach Vallée (2012) sollte die Regionalplanung neben der reinen Anwendung förmlicher Instrumente zusätzlich eine Initiativ-, Koordinations- und Moderationsfunktion übernehmen, um die regionalen Ziele umzusetzen zu können. Dabei sollen möglichst Ansiedlungen im Zuge interkommunaler Gewerbegebiete umgesetzt werden, damit mehrere Kommunen profitieren und gleichzeitig der Ansiedlungsdruck auf ungeeignete Standorte gemindert wird (ebd., S. 11). Die Ansiedlung von Logistikunternehmen auf planerisch geeignete Standorte „kann nur durch eine kooperierende und

koordinierte regionale und kommunale Ansiedlungspolitik“ (Vallée 2012, S. 11) umgesetzt werden. Dabei muss die Regionalplanung auch aktiv die Regionalentwicklung als Aufgabe begreifen (ebd., S. 11).

Baurecht auf Zeit

Aufgrund der „zunehmend kürzer werdenden Nutzungs- und Abschreibungszeiten für Logistikimmobilien“ schlägt Vallée (2012) zusätzlich vor, ein Baurecht auf Zeit zu prüfen und dabei auch „die Investoren zu Rückstellungen für spätere Rückbauten zu verpflichten“ (ebd.). Ähnliche Verfahren werden bereits bei Genehmigungen von Windkraftstandorten umgesetzt (ebd.).

In Summe ist erkennbar, dass umfangreiche Handlungsoptionen für eine planerische Adressierung der Logistik durch die Raumordnung bestehen. Im Folgenden soll nun untersucht werden, inwieweit diese Handlungsinstrumente in vorhandenen Raumordnungsplänen angewendet werden.

3.3 Auswertung von Raumordnungsplänen

Um festzustellen, wie und mit welcher Regulierungsintensität die Raumordnung die Logistik im Rahmen der Anwendung förmlicher Instrumente derzeit adressiert, sollen im Folgenden ausgewählte regionale und landesweite Raumordnungspläne eben danach ausgewertet werden.

3.3.1 Vorgehen

Dazu wird in Anlehnung an Eichhorn et al. (2023) eine Planinhaltsanalyse durchgeführt. Nach Lyles und Stevens (2014) stellt diese einen systematischen Prozess zur Messung der Merkmale eines Plans mithilfe von Techniken der Inhaltsanalyse dar. Erfasst werden alle textlichen Festlegungen mit Bezug zur Logistik/zum Güterverkehr.

Die Operationalisierung von Regulierungsansätzen in Raumordnungsplänen ist Gegenstand umfangreicher Forschungsarbeiten (siehe dazu z. B. Pehlke und Siedentop 2021). Im Folgenden wird sich auf drei Arten verbindlicher raumordnerischen Festlegungen hinsichtlich Logistikstandorten beschränkt. Alle sind in der Planungspraxis der förmlichen Raumordnung verankert und haben entsprechend bundesweit Gültigkeit:

- Ziele der Raumordnung (von nachfolgenden Planungen zu beachtende verbindliche Vorgaben)
- Grundsätze der Raumordnung (Vorgaben für nachfolgende Abwägungs- oder Ermessensentscheidungen)
- Landesplanerische Vorgaben für Ziele/Grundsätze in Regionalplänen auf Ebene der Landesraumordnungspläne

Bei der Untersuchung wird unterschieden zwischen in der Regel öffentlich zugänglicher Logistikinfrastruktur (z. B. KV-Terminals) und privat betriebenen Logistikstandorten. Die sich aus den Zielen, Grundsätzen und Vorgaben ergebenden und im Weiteren untersuchten Steuerungsansätze zur Logistik mit ihren einzelnen Planungsinstrumenten sind die folgenden (Planungsinstrumente teilweise übernommen von Eichhorn et al. 2023):

- Kleinräumige Standortsteuerung von Logistik
 - Standortscharfe Festlegung
 - Ortsteilscharfe Festlegung

- Großräumige Standortsteuerung von Logistik
 - Konzentration auf Gemeinden
 - Ausrichtung auf Achsen/Regionen
 - Vermeidung von Nutzungskonflikten (z. B. Einhaltung von Abständen zu Wohnbauflächen)
- Ausrichtung von Logistikstandorten auf Infrastruktur
 - Ausrichtung auf Autobahn
 - Ausrichtung auf Gleisanschlüsse
 - Ausrichtung auf KV-Terminals
- kleinräumige Standortsteuerung von Logistikinfrastruktur (Häfen/KV-Terminals)
 - Standortscharfe Festlegung
 - Ortsteilscharfe Festlegung
- großräumige Standortsteuerung von Logistikinfrastruktur (Häfen/KV-Terminals)
 - Konzentration auf Gemeinden
 - Ausrichtung auf Achsen

Bei den Logistikstandorten wurde zusätzlich erhoben, ob ein abgegrenztes Logistiksegment adressiert wurde. Nach Abschluss der Untersuchung wurden die genannten Logistiksegmente gruppiert.

3.3.2 Untersuchte Pläne

Bei den zu untersuchenden Raumordnungsplänen wurden für jedes Trägerschaftsmodell der Regionalplanung (siehe dazu auch Kapitel 3.1.1) jeweils zwei Bundesländer ausgewählt und in diesen zum einen die jeweils landesweit gültigen Raumordnungspläne sowie zusätzlich zwei ausgewählte regionale Raumordnungspläne ausgewertet. Dabei wurde zusätzlich darauf geachtet, dass die Regionen abgedeckt sind, in denen auch informelle Konzepte zur Steuerung von Logistikflächen bzw. des Güterverkehrs vorliegen.

Für das Modell der staatlich getragenen Regionalplanung wurde lediglich das Land Schleswig-Holstein ausgewählt, da im Saarland der derzeit in Diskussion befindliche Landesentwicklungsplan nicht öffentlich zugänglich ist. Abbildung 10 zeigt die Raumordnungsregionen, die für die Pläne ausgewertet wurden, und gibt ebenfalls das Jahr des Inkrafttretens des jeweiligen Plans an.

Insbesondere bei der kleinräumigen Standortsteuerung von Logistikinfrastruktur sind vielfach sowohl Ziele als auch Grundsätze enthalten, da vielfach Aussagen zur Weiterentwicklung von existierenden Standorten gemacht werden. Bei der Auswertung wurde in solchen Fällen immer die regulierungsintensivste Festlegung aufgenommen.

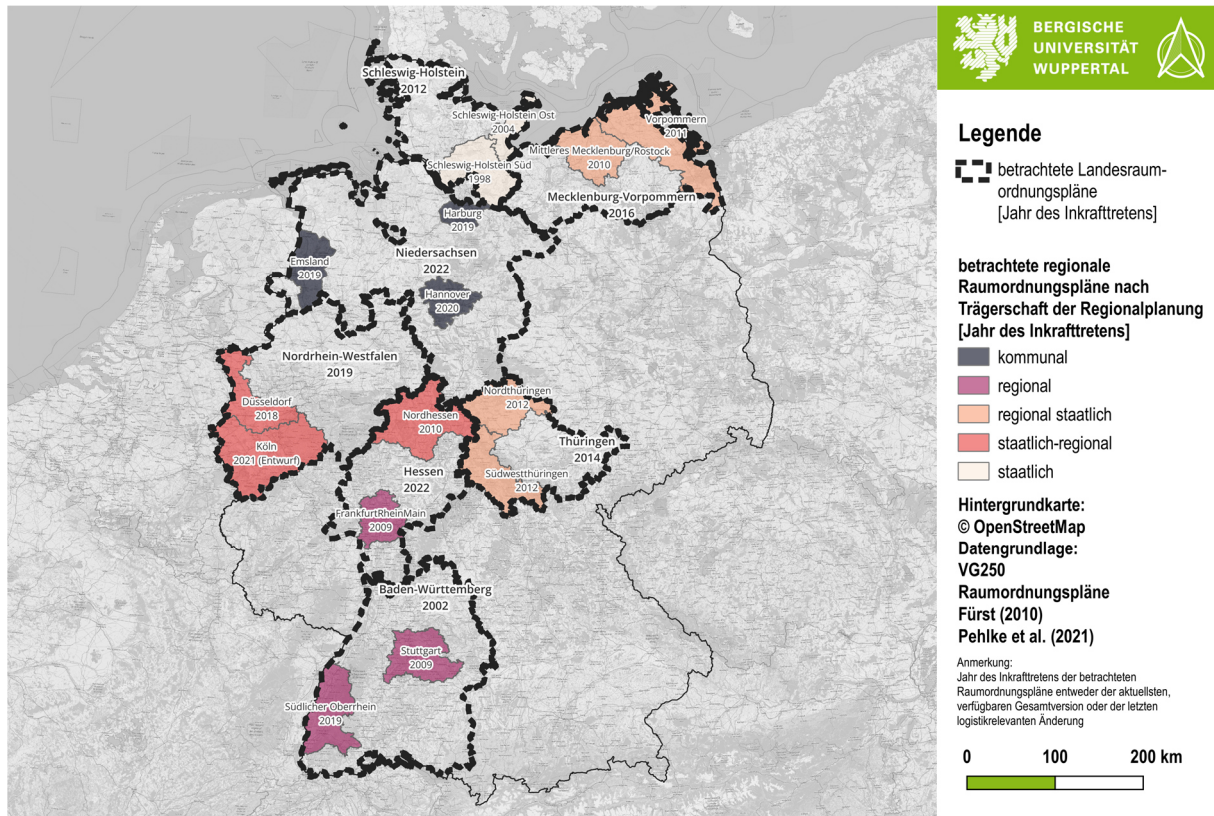


Abbildung 10: untersuchte Raumordnungspläne nach Trägerschaft der Raumplanung

3.3.3 Ergebnis

Für die Darstellung der Ergebnisse wird zunächst die Adressierung der Logistikinfrastruktur dargestellt, die in der Raumordnung verankert ist. Danach wird die Adressierung privater Logistikstandorte in Landes- sowie regionalen Raumordnungsplänen zusammengefasst. Abbildung 12 stellt die Ergebnisse der Auswertung zusammenfassend dar.

Standortsteuerung von Logistikinfrastruktur in Raumordnungsplänen

Zu KV/Häfen machen fast alle Pläne beider Planungsebenen Festlegungen meist mit Zielen auf Ebene standortscharf definierter Gebiete (Vorranggebiete), die wie bereits dargestellt von nachfolgenden Planungen verpflichtend zu beachten sind. In den Landesraumordnungsplänen für Hessen, Niedersachsen und Baden-Württemberg werden darüber hinaus Räume definiert, in denen zukünftig KV-Terminals entwickelt werden sollen. In den regionalen Raumordnungsplänen werden im Wesentlichen Standorte für KV-Terminals und Häfen gesichert. Die Ausweisung eines konkreten, bislang nicht entwickelten Standorts findet sich lediglich im Regionalplan Düsseldorf. Es zeigt sich, dass der Umgang mit Standorten der Logistikinfrastruktur gängige Praxis in der Raumordnung ist. Die Prüfung neuer Standorte ist gemäß Raumordnungsverordnung wie beschrieben ebenfalls im Rahmen von Raumordnungsverfahren durchzuführen.

Adressierung von Logistikstandorten in Landesraumordnungsplänen

Auf Ebene der Landesplanung werden Logistikstandorte in vier von sieben Bundesländern adressiert. Eine kleinräumige Standortsteuerung findet dabei lediglich in Nordrhein-Westfalen und Mecklenburg-Vorpommern statt (EM MV 2016; MWIDE NRW 2019). In Mecklenburg-Vorpommern und Nordrhein-Westfalen bezieht sich dies auf die Bereitstellung von Flächen für hafenaaffines Gewerbe

im Umfeld von Häfen durch landesplanerische Vorgabe bzw. Ziel (ebd.). In Mecklenburg-Vorpommern werden an diesen Standorten des Weiteren Ansiedlungen von Einzelhandel per Ziel ausgeschlossen (EM MV 2016). Im Landesentwicklungsplan von NRW werden zusätzlich vier Standorte für landesbedeutsame flächenintensive Großvorhaben ausgewiesen, auf denen auch die Ansiedlung von „arbeitsintensive[n] Veredelungsbetriebe[n] des Logistikgewerbes“ (MWIDE NRW 2019) ermöglicht wird.

In beiden Bundesländern wird des Weiteren die Ausrichtung von Logistikstandorten aller Segmente auf die Infrastruktur adressiert. In Mecklenburg-Vorpommern wird per Ziel gefordert, die „landesweit bedeutsamen Seehäfen [...] als [...] Logistikstandorte bedarfsgerecht auszubauen“ (EM MV 2016). In NRW wird die „bedarfsgerechte Festlegung von Flächen für Logistikstandorte“ an KV-Terminals als landesplanerische Vorgabe für die Regionalplanung festgelegt (MWIDE NRW 2019).

Im Landesentwicklungsplan Hessen werden mit folgenden Festlegungen deutlich andere Vorgaben gemacht (HMWEVW 2022):

- Vorgabe regionalplanerischer Sicherung stadtnaher Flächen für die urbane Logistik u. a. in Oberzentren
- Prüfauftrag und ggf. regionalplanerische Sicherung ungenutzter bahnnaher Flächen für KV-Terminals oder bahnaffine Logistik
- Bündelung von Logistikstandorten zur Minimierung von Umweltauswirkungen
- Vorgabe regionalplanerischer Sicherung von Logistikzentren mit regionaler Beschäftigungswirkung

Hier findet also keine kleinräumige Standortsteuerung statt, dafür werden Grundsätze/landesplanerische Vorgaben für die großräumige Standortsteuerung und ebenfalls zur Ausrichtung von Logistikstandorten auf die Verkehrsinfrastruktur gemacht.

Das Instrument der großräumigen Standortsteuerung wird ebenfalls im Landesraumordnungsprogramm des Landes Niedersachsen verwendet. Hier werden Logistikregionen definiert, in denen „verkehrlich gut angebundene, überregional bedeutsame Standorte zu bestimmen, die sich vornehmlich für Ansiedlungen der Logistikwirtschaft und zur Abwicklung des Güterverkehrs eignen. Sie sind in den Regionalen Raumordnungsprogrammen als Vorranggebiete festzulegen.“ (ML Nds 2022) Als eine Region wird z. B. „Hannover-Hildesheim mit den landesbedeutsamen logistischen Knoten in Hannover, am Flughafen Hannover-Langenhagen, in Lehrte, Wunstorf und Hildesheim“ (ebd.) definiert. Zusätzlich wird die landesplanerische Vorgabe gemacht, dass im Umfeld der Häfen Standortpotenziale für „hafenorientierte[...] Wirtschaftsbetriebe“ (ebd.) zu sichern sind und „bei der Flächenbemessung die [...] verkehrliche Entwicklung sowie [...] Abstandsflächen zu berücksichtigen“ sind (ebd.).

Die verwendeten Planungsinstrumente in den betrachteten Landesraumordnungsplänen sind also sehr unterschiedlich. Als Gemeinsamkeit von drei der vier betrachteten Landesraumordnungspläne ist zu erkennen, dass diese eine Bereitstellung/Ausrichtung von Logistikflächen auf Standorte der Logistikinfrastruktur und hier insb. die Häfen fordern. Dies ist vor dem Hintergrund der Umsetzung der Verkehrswende und einer Erhöhung/Stabilisierung der Auslastung von Terminals nachvollziehbar. Der Fokus dürfte in Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen zusätzlich auf

die große wirtschaftliche Bedeutung dieser Standorte zurückzuführen sein. Einen stärkeren Fokus auf die großräumige Standortsteuerung legen in unterschiedlicher Ausprägung Niedersachsen und Hessen. Herauszustellen ist hier insbesondere Niedersachsen, dass entsprechend der üblichen landesplanerischen Detailtiefe ohne Einengung auf ein Logistiksegment Logistikregionen definiert, in denen dann im jeweiligen regionalen Raumordnungsplan Logistikflächen zu sichern sind. Eine derartige Umsetzung wäre in allen Landesraumordnungsplänen wünschenswert.

Adressierung Logistikstandorte in regionalen Raumordnungsplänen

In sechs der 14 betrachteten Regionalpläne findet gar keine Adressierung der Logistik statt. Zusätzlich wird in Schleswig-Holstein Ost lediglich mit einem Grundsatz die Ansiedlung u. a. von Logistik entlang von Autobahnauffahrten gefordert (MIKWS SH 2004).

Die **standortscharfe Standortsteuerung** ist das meist verwendete Planungsinstrument in sechs der betrachteten Regionalpläne. Im Landkreis Emsland und im Regierungsbezirk Köln bezieht sich diese ausschließlich auf die Bereitstellung von Flächen für hafen- bzw. KV-affines Gewerbe im Umfeld von Häfen und KV-Terminals, u. a. mit der Festlegung von Vorranggebieten (Landkreis Emsland 2019; Bezirksregierung Köln 2021b). Dabei werden die landesplanerischen Vorgaben der jeweiligen Landesraumordnungspläne umgesetzt. In Düsseldorf werden ebenfalls Vorranggebiete im Umfeld von Häfen und KV-Terminals mit entsprechender Zweckbindung ausgewiesen (Bezirksregierung Düsseldorf 2023). Dennoch ist die Definition von hafen-/KV-affinem Gewerbe hier sehr weit gefasst (ebd.), sodass alle Logistiksegmente hierunter fallen.⁵ Ebenfalls werden Flächen für flächenintensive Vorhaben ausgewiesen, wozu auch Logistiksiedlungen zählen (ebd.).

In Nordhessen, dem Landkreis Harburg sowie in der Region Stuttgart findet keine Einschränkung auf Logistiksegmente statt. Der Landkreis Harburg wird im Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen auch als Teil einer Logistikregion definiert, da er u. a. aufgrund seiner Nähe zum Hamburger Hafen und dem Rangierbahnhof Maschen ein bedeutsamer Logistikstandort ist (ML Nds 2022). Entsprechend werden vier Vorranggebiete *Standorte für die Logistikwirtschaft* an Autobahnauffahrten ausgewiesen (Landkreis Harburg 2019). Im Regionalplan der Region Stuttgart, die ein Schwerpunkt des produzierenden Gewerbes ist und wo deshalb ein besonderer Bedarf nach Standorten für störendes Gewerbe sowie Logistik besteht, sind ebenfalls Vorranggebiete *Schwerpunkte für Industrie und Logistik* ausgewiesen, die für „erheblich belästigende Gewerbebetriebe und Logistikbetriebe vorgesehen“ sind (Verband Region Stuttgart 2009). Diese haben in Teilen ebenfalls Gleisanschlüsse (ebd.).

In der Region Nordhessen, die u. a. mit dem Kreis Bad-Hersfeld-Rotenburg aufgrund der zentralen Lage im Bundesgebiet ein bedeutsamer Logistikstandort ist (Veres-Homm et al. 2015) und in der in den letzten 20 Jahren umfangreiche Logistiksiedlungen und eine dynamische Beschäftigungsentwicklung in der Logistik stattgefunden haben (Busch 2013; Kretzschmar et al. 2021) wird zunächst unter Nennung von Ortsteilen festgelegt, dass die „Ausweisung und Entwicklung von [...] Logistikflächen für die Neuansiedlung von Betrieben mit regionaler Bedeutung oder mit

⁵ Im Ergebnis hat sich in Krefeld-Gellep Stratum auf einer Fläche mit Zweckbindung *Standorte des kombinierten Güterverkehrs – Hafennutzungen und hafenaffines Gewerbe* u. a. ein Logistikzentrum von Amazon angesiedelt.

besonderem, verkehrsbezogenem Anforderungsprofil [...] vorrangig in gewerblichen Schwerpunkorten [sowie] Regionalen Logistikzentren zu erfolgen“ hat (Regierungspräsidium Kassel 2010). Ausgewählte *Vorranggebiete für Industrie und Gewerbe* werden mit Planzeichen als *regionale Logistikzentren* gesondert gekennzeichnet. Diese werden unspezifisch definiert (dazu auch Langhagen-Rohrbach 2012) als „regional bedeutsame Standorte an den Hauptverkehrsachsen sowie Knotenpunkte von Straße und Schiene. Zur Organisation des Güterverkehrsaufkommens und gleichzeitiger Reduktion von Verkehr in den Ortsdurchfahrten nehmen sie Funktionen und Nutzungen wahr, die dem lagern, verladen und bündeln von Transportgütern in der Region sowie der Teilfertigstellung bzw. Zwischen- oder Endmontage von Waren und deren Kommissionierung dienen. [...] Sie ermöglichen ein enges Zusammenwirken von großflächigen verkehrserzeugenden und verkehrsabwickelnden Betrieben.“ (Regierungspräsidium Kassel 2010) Abbildung 11 zeigt diese Ausweisung am Beispiel des Umfeldes von Bad Hersfeld. Auf diesen Flächen soll „die Entwicklung von Flächen für die Ansiedlung von logistisch orientierten sowie überwiegend verkehrsbezogenen und -abhängigen Unternehmen [...] vorrangig“ erfolgen (ebd.). Zusätzlich soll an diesen Standorten „der überwiegende Flächenanteil für solche flächenintensiven Ansiedlungen geeignet“ sein (ebd.).

In der Region Hannover findet keine kleinräumige Standortsteuerung statt. Dennoch wird in der Begründung der Festlegung einzelner Standorte mit der *Schwerpunktaufgabe Sicherung und Entwicklung von Arbeitsstätten* auf die Eignung der Flächen für Logistik hingewiesen (Region Hannover 2020). Zusätzlich wird den Städten und Gemeinden per Grundsatz vorgegeben, dass an so ausgewiesenen Standorten für „regional bedeutsame Nutzergruppen mit besonderen Standortanforderungen [...] entsprechende Flächensicherungen anzustreben“ sind (Region Hannover 2020). Hierzu zählen auch „Standorte für großbetriebliche Logistikeinrichtungen“ (ebd.).

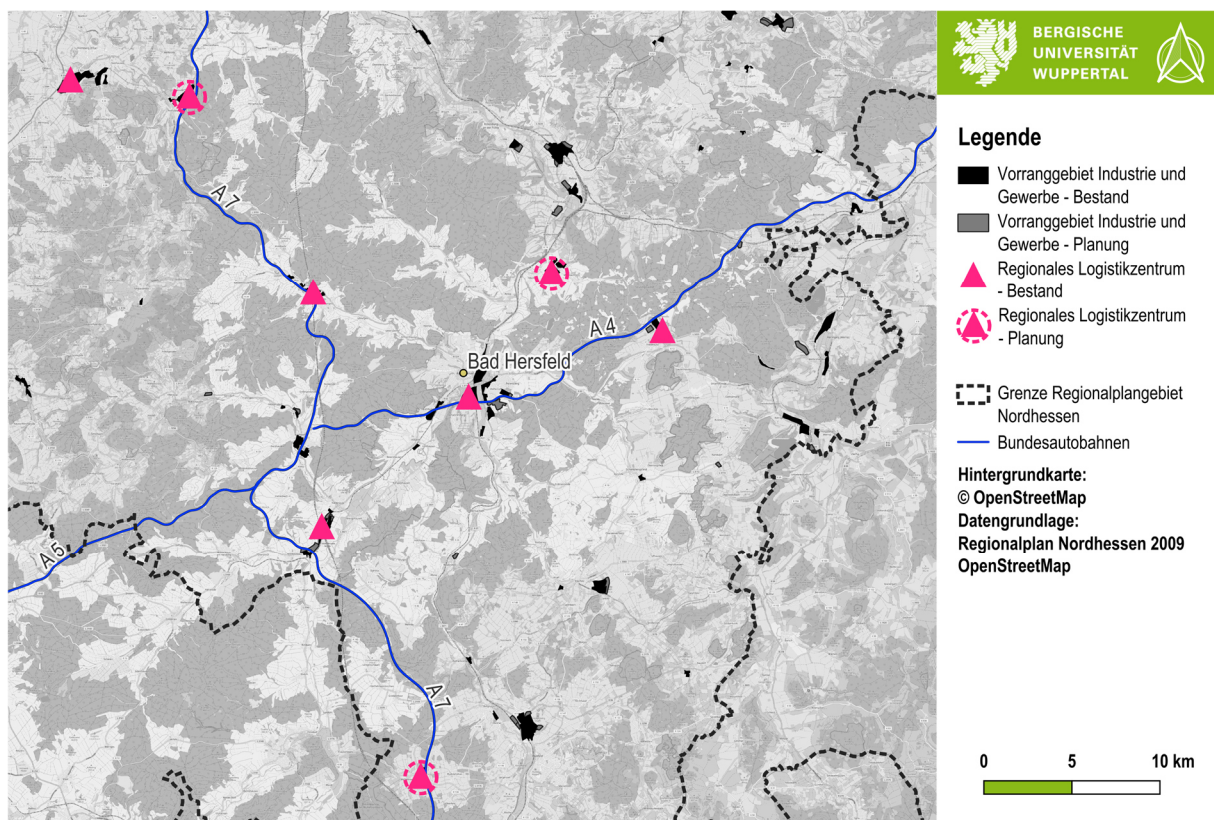


Abbildung 11: Logistikstandorte im Regionalplan Nordhessen

Die **großräumige Standortsteuerung** von Logistik wird in allen Regionalplänen angewendet, die auch kleinräumige Standortsteuerung durchführen, mit Ausnahme vom Landkreis Harburg. Hinzu kommt hier der Regionale Flächennutzungsplan für das Gebiet des Ballungsraums Frankfurt/Rhein-Main sowie das Regionale Raumordnungsprogramm der Region Hannover.

Die **Konzentration auf Gemeinden** wird lediglich im Landkreis Emsland, in der Region Hannover sowie im Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main angewendet. Im Landkreis Emsland wird im Zuge der Ausweisung der Zentralen Orte einzelnen Gemeinden die mittelzentrale Teilfunktion Logistik/Hafen zugeordnet. Diese Teilfunktion dient z. B. für die Gemeinden Spelle und Salzbergen dazu, dass „bereits vorhandene Qualitäten, die sich aus der räumlichen Lage und Nähe zueinander sowie ihrer überaus positiven Beschäftigungsentwicklung ergeben, weiterentwickelt und gesichert werden.“ (Landkreis Emsland 2019) Im Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main wird hierbei lediglich die urbane Logistik adressiert, hier sollen „zur Minderung der innerstädtischen Verkehrsbelastung [...] in den Oberzentren City-Logistik-Konzepte (Einrichtung von Warenverteilzentren) eingerichtet werden.“ (Regionalverband FrankfurtRheinMain 2009) Zusätzlich werden Orte mit regional bedeutsamer Logistikfunktion definiert, dennoch wird *keine* Konzentration von Logistikansiedlungen auf diese gefordert. In der Region Hannover wird per Grundsatz festgelegt, dass das „Oberzentrum Hannover [...] in seiner internationalen Bedeutung [...] als Logistikstandort gestärkt und weiter ausgebaut werden“ soll (Region Hannover 2020).

In den Regionalplänen Stuttgart sowie Nordhessen wird zusätzlich per Grundsatz bzw. Ziel festgelegt, dass der Güterverkehr bzw. Logistikstandorte auf die in den Regionalplänen definierten **Entwicklungssachsen** auszurichten ist (Verband Region Stuttgart 2009; Regierungspräsidium Kassel 2010). In beiden Regionalplänen werden die Entwicklungsachsen u. a. durch überregionale Verkehrsachsen definiert (ebd.).

Die **Vermeidung von Nutzungskonflikten** wird in fünf Regionalplänen adressiert. In Stuttgart wird per Grundsatz festgelegt, dass u. a. bei Neuausweisung von Flächen für das produzierende Gewerbe und Logistik „vorrangig Flächen mit wenigen Einschränkungen in der Nutzung unter Berücksichtigung etwaiger Nutzungskonflikte zu benachbarten Wohnnutzungen auszuweisen“ sind (Verband Region Stuttgart 2009). In Frankfurt/Rhein-Main wird per Grundsatz die „weitgehende Minimierung der Verkehrsauswirkung auf Siedlungs- und Erholungsräume“ gefordert (Regionalverband FrankfurtRheinMain 2009). Ebenfalls durch Grundsatz wird für die Region Hannover festgelegt, dass „Standorte für großbetriebliche Logistikansiedlungen [...] [in] ausreichender Entfernung zu Wohnsiedlungen“ zu entwickeln sind (Region Hannover 2020). In Düsseldorf und Köln wird per Ziel bzw. Grundsatz festgelegt, dass ein Abstand u. a. für Wohnbauflächen einzuhalten ist bzw. alle nicht mit hafen-/KV-affinen Logistik zu vereinbarenden Planungen ausgeschlossen sind (Bezirksregierung Düsseldorf 2023; Bezirksregierung Köln 2021b). Dies geschieht mit dem Ziel, neue einschränkende Abstanderfordernisse zu vermeiden, die sich aus der Anwendung des Abstanderlasses NRW ggf. ergeben würden (ebd.). Wie oben bereits beschrieben ist in Düsseldorf im Gegensatz zu Köln faktisch keine Festlegung der Logistiksegmente vorhanden (ebd.).

Hinsichtlich der **Ausrichtung von Logistikstandorten auf die Infrastruktur** wird wie beschrieben in den Regionalplänen für den Landkreis Emsland sowie die Regierungsbezirke Düsseldorf und Köln eine Ausrichtung auf Häfen bzw. KV-Terminals festgelegt, im Landkreis Harburg und in Schleswig-

Holstein Ost auf Autobahnauffahrten. Die oben beschriebenen in Nordhessen festgelegten Regionalen Logistikzentren werden „wegen der guten Erreichbarkeiten durch den Schwerlastverkehr nur an [...] Bundesautobahnen“ ausgewiesen (Regierungspräsidium Kassel 2010). Zusätzlich haben sie einen Gleisanschluss bzw. die Errichtung eines solchen ist möglich (ebd.). In der Region Hannover sollen für großbetriebliche Logistikansiedlungen Standorte „mit sehr guter Autobahnanbindung [...], vorrangig Zugang zum Schienen-/Binnenschiffumschlag“ haben, also auch auf KV-/Hafenstandorte ausgerichtet sein (Region Hannover 2020). Im Regionalen Flächennutzungsplan des Ballungsraums Frankfurt/Rhein-Main wird per Ziel festgelegt, dass „neue [...] regionale Logistikzentren vorrangig unter Berücksichtigung der Schienenerschließung einzurichten sind“ (Regionalverband FrankfurtRheinMain 2009). Per Grundsatz wird zusätzlich gefordert, dass „Standorte an Schienenstrecken [...] möglichst für Betriebe mit schienenaffinem Gütertransportaufkommen zu nutzen“ sind (ebd.). Ebenfalls wird die Autobahnanbindung für neue Logistikzentren⁶ gefordert (ebd.). Hinsichtlich einer Ausrichtung auf Häfen/KV-Terminals wird lediglich darauf hingewiesen, dass für Logistikstandorte in der Region Häfen zur Verfügung stehen (ebd.).

Im Regionalplan Stuttgart wird lediglich die segmentspezifische Festlegung per Grundsatz gemacht, dass „Distributionszentren der Deutschen Post AG (Brief- und Frachtpostzentren) sowie diejenigen anderer Paket- und Kurierdienste [...] an das Schienennetz angeschlossen sein“ sollen (Verband Region Stuttgart 2009). Der Fokus auf dieses Segment ist insofern bemerkenswert, als dass dieses Logistiksegment sich derzeit nicht durch große Affinität zum Straßengüterverkehr auszeichnet, während andere Segmente eine höhere Affinität zur Schiene besitzen (z. B. industrielle Logistik). Zusätzlich würde diese Maßnahme die Schienenanbindung aller auch außerhalb dieser Region gelegenen Distributionszentren bedingen, damit sie wirklich zu einer Verkehrsverlagerung führen könnte.

Fazit

In der Hälfte der regionalen Raumordnungspläne werden Planungsinstrumente zur Steuerung von Logistikstandorten angewendet. Mit Ausnahme von Stuttgart und Schleswig-Holstein Ost liegen alle anderen Regionalpläne, in denen Logistik adressiert wird, in Bundesländern, in denen eine Steuerung im Landesraumordnungsplan auf regionaler Ebene gefordert wird bzw. bereits Standortsteuerung umgesetzt wird. Hier kommt die beschriebene Bindungswirkung von Grundsätzen und Zielen der Raumordnung zum Tragen. Werden spezifische Logistiksegmente adressiert, findet dies tendenziell auch in den regionalen Raumordnungsplänen statt. Dies ist z. B. in Nordrhein-Westfalen erkennbar, wo u. a. eine Ausrichtung von Logistikstandorten auf Häfen und KV-Terminals gefordert wird, die auch in den Regionalplänen umgesetzt wird.

Bei den niedersächsischen und hessischen Regionalplänen ist festzustellen, dass auch innerhalb der Bundesländer sehr unterschiedliche Ansätze zur Standortsteuerung von Logistik angewendet werden.

⁶ Hier wird eine begriffliche Unterscheidung zwischen Logistikzentren und regionalen Logistikzentren vorgenommen, die jedoch nicht erläutert wird. Lediglich werden Regionale Logistikzentren als „in besonderem Maße [geeignet] zur Bündelung und Verteilung von Güter- und Warenströmen sowie deren Umschlag im Regional- und Fernverkehr“ definiert. Dies geschieht abweichend zum Landesentwicklungsplan. Dort werden diese als „Logistikzentren mit regionaler Beschäftigungswirkung“ definiert.

In Hessen wird beispielsweise in Nordhessen eine kleinräumige Standortsteuerung umgesetzt, während sich im Großraum Frankfurt/Rhein-Main auf die großräumige Standortsteuerung beschränkt wird.

Trotz fehlender landesplanerischer Vorgabe wird ebenfalls in der Region Stuttgart eine kleinräumige Standortsteuerung von Logistikstandorten vorgenommen. Hier wird darauf verwiesen, dass in der Region wegen der Bedeutung des produzierenden Gewerbes ein großer Bedarf nach störungsfreien Standorten, u. a. für Logistik, besteht. Die Vermeidung von Nutzungskonflikten wird zusätzlich per Grundsatz gefordert.

Die insgesamt umfangreichste Anwendung von Planungsinstrumenten zur Adressierung von Logistik findet sich in Nordhessen – einer Region, in der in den letzten 20 Jahren eine erhebliche Bautätigkeit durch die Logistik beobachtbar ist und die im Regionalplan auch als wirtschaftlicher Schwerpunktbereich bezeichnet wird.

Insgesamt lassen sich auf Basis der hier ausgewerteten regionalen Raumordnungspläne folgende Auslöser für eine Standortsteuerung der Logistik identifizieren:

- Logistik wird als wirtschaftlicher Schwerpunkt definiert, somit sind hierzu Standorte bereitzustellen (Nordhessen, Region Hannover)
- Logistik wird als relevant für die Funktionsfähigkeit der regionalen Wirtschaft betrachtet (Region Stuttgart)
- die Standortsteuerung wird durch landesplanerische Vorgabe gefordert (NRW, Niedersachsen, Hessen)

Im Ergebnis gibt es dennoch Regionen, in denen derzeit keine Standortsteuerung von Logistikstandorten stattfindet, obwohl sie z. B. nach Busch (2013) attraktive Standorte für Logistikansiedlungen sind. Dies betrifft z. B. Schleswig-Holstein Ost oder den Südlichen Oberrhein. Ebenfalls gibt es den Fall, dass die Mehrheit der Logistikansiedlungen weder negativ (Ansiedlungen verhindernd) noch positiv (Ansiedlungen ermöglichend) von den angewendeten Planungsinstrumenten adressiert werden, da die Planungsinstrumente lediglich auf ein abgegrenztes Logistiksegment abzielen, wie dies im Regierungsbezirk Köln der Fall ist. Dies ist vor dem Hintergrund der Umsetzung der Verkehrswende und einer Erhöhung/Stabilisierung der Auslastung von Terminals zwar nachvollziehbar, adressiert den bestehenden Steuerungsbedarf bei Logistikstandorten jedoch nur zum Teil. Eine Adressierung aller Logistiksegmente erhöht jedoch die Steuerungswirkung von Raumordnungsplänen. Eine zusätzliche spezifische Adressierung von unterschiedlichen Standorttypen, wie sie in MKRO (2022) oder Veres-Homm et al. (2019) (siehe dazu auch Kapitel 2.4) unterschieden werden, würde eine stärkere Berücksichtigung der spezifischen Standortanforderungen einzelner Logistikstandorttypen ermöglichen und ist daher planerisch wünschenswert. Die konzeptionellen Grundlagen werden dazu beispielhaft in Kapitel 6 erarbeitet.

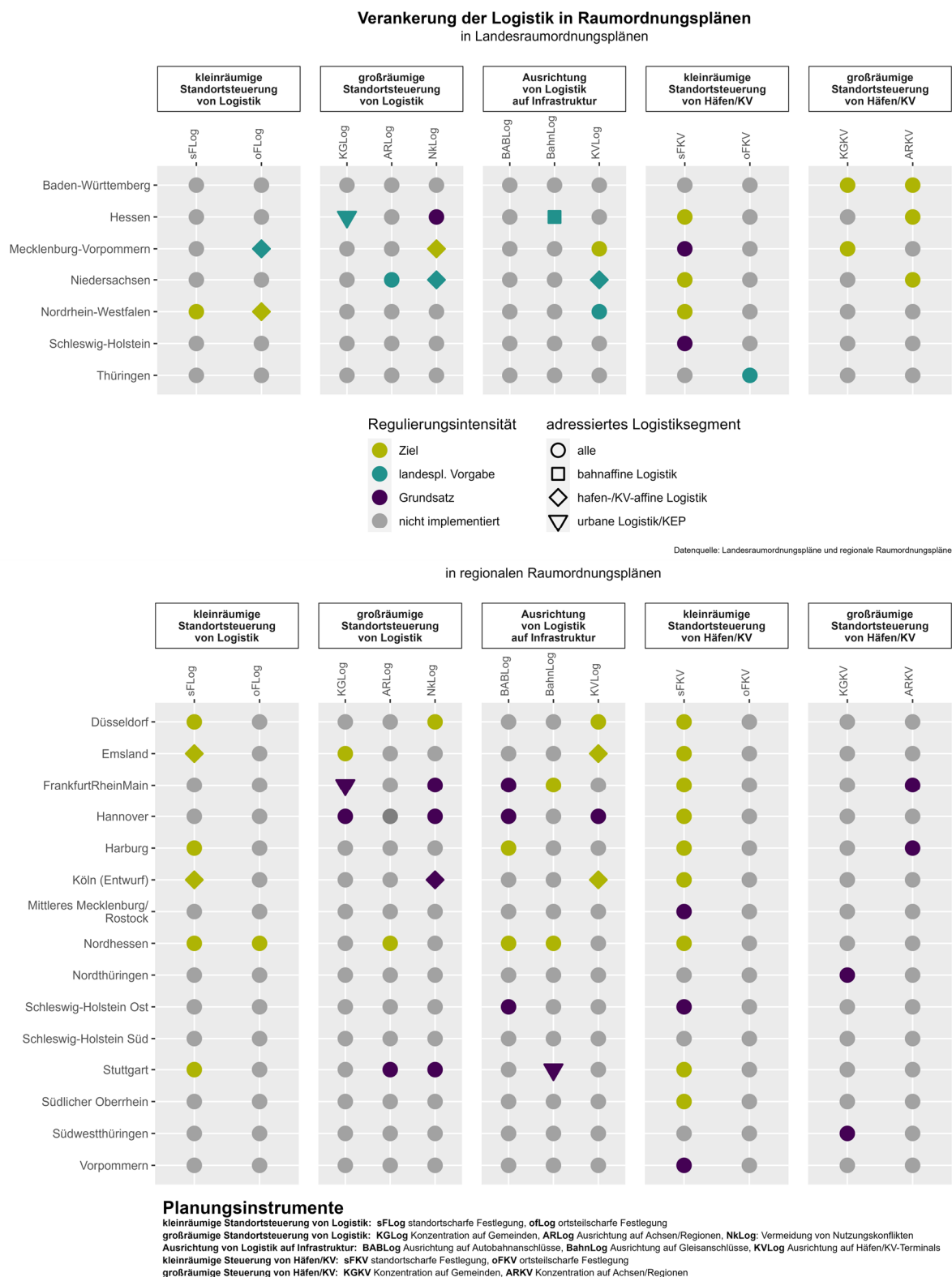


Abbildung 12: Adressierung der Logistik in ausgewählten Raumordnungsplänen

3.4 Informelle Konzepte

Wie bereits dargestellt, werden informelle Konzepte von Seiten der Raumordnung als Ansatz für die Ermittlung geeigneter Logistikstandorte sowie die Prognose des Logistikflächenbedarfs gesehen

(MKRO 2022). Das wesentliche informelle Planungsinstrument der Raumordnung stellt das Regionale Entwicklungskonzept (REK) dar. In der Verkehrsplanung gibt es zudem informelle (städtische) Güterverkehrskonzepte, die den spezifischen Rahmenbedingungen des Güterverkehrs Rechnung tragen und die in ihrer Struktur an die Verkehrsentwicklungspläne angelehnt sind. Es herrscht dementsprechend hier noch eine Abgrenzung zwischen den unterschiedlichen Planungsdisziplinen Raum- und Verkehrsplanung.

3.4.1 Informelles Planungsinstrument in der Raumordnung – REK

Das REK wird gemäß § 14 ROG als informelles Instrument der raumordnerischen Zusammenarbeit definiert und dient der Strukturpolitik und Regionalentwicklung (Niklass 2022). Dementsprechend stellt es eine „ganzheitliche, informelle, auf Konsens und Selbstbindung beruhende Strategie [dar], um eine Region mit Hilfe von aufeinander abgestimmtem Handeln und Projekten öffentlicher und privater Institutionen und Personen zu entwickeln und einen dauerhaften zielgerichteten und sich selbst steuernden Entwicklungsprozess zu initiieren.“ (Dehne 2002) Nach Niklass (2022) gibt es keine festgelegte Form für die Aufstellung, den Ablauf oder für die Anwendung von Analyseverfahren. Aufgrund dieser offenen Definition werden im Weiteren die oben beschriebenen, in MKRO (2022) definierten Anforderungen für die folgenden Untersuchungen zugrunde gelegt.

3.4.2 informelle Planungsinstrumente in der Verkehrsplanung

In der Verkehrsplanung existiert, abgesehen von den Nahverkehrsplänen, kein zum Regionalplan analoges rechtsverbindliches Instrument, das strategische Aussagen für einen anzustrebenden Zielzustand des Verkehrssystems macht. Jedoch gibt es für die Konzepte – im Gegensatz zur informellen Planung der Raumordnung – Regelwerke der FGSV (Empfehlungen), die als Stand der Technik eingestuft werden.

Das relevante informelle Planungsinstrument stellt der Verkehrsentwicklungsplan (VEP) dar. Der VEP ist ein lang etabliertes Planungskonzept, das im Grundsatz den von der Europäischen Kommission empfohlenen Stadtmobilitätspläne (Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP)⁷) entspricht (Gertz 2022). Dessen wesentliche Arbeitsschritte sind „Bestands- und Problemanalyse, Entwicklung des Zielsystems, Verkehrssimulationsberechnungen für den Prognosehorizont einschließlich Szenariobetrachtungen, Öffentlichkeitsbeteiligung und Entwicklung eines gesamtstädtischen Maßnahmenkonzeptes.“ (Gertz 2022) Dabei soll er nach Gertz (2022) und FGSV (2013) „komplexe, mehrdimensionale Integrationsleistungen“ umsetzen, u. a. durch

- sektorale Integration (Einbeziehung aller relevanter Fachplanungen),
- Maßnahmenintegration (Berücksichtigung des gesamten verkehrsplanerischen und verkehrspolitischen Instrumentariums),
- Vertikale Integration (Berücksichtigung übergeordneter Planungsebenen)
- Integration aller relevanten Akteur*innen.

Einerseits enthält der VEP eine strategisch-konzeptionelle Ebene, die periodisch durchgeführt wird und in der Datenhaltung, Modellierungen, Szenariobetrachtungen und die Evaluation durchgeführt

⁷ Für weitere Informationen siehe dazu Rupprecht et al. 2019.

werden und andererseits eine Maßnahmenebene, die sukzessive umgesetzt wird und u. a. Maßnahmen(-bündel) enthält (FGSV 2013). Der VEP bezieht sich meist lediglich auf eine Gemeinde, regionale VEPs gibt es in sehr geringem Umfang.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass abgesehen vom Schienenpersonennahverkehr (SPNV), für dessen Planung von den Bundesländern in Teilen gesonderte regionale Institutionen gegründet wurden (z. B. in NRW und Hessen), kein Erfordernis zur Verkehrsplanung aus gesetzlichen Aufgaben auf regionaler Ebene existiert. Auch aus der Straßenbaulast (bezeichnet die Verantwortlichkeit für u. a. die Planung und den Betrieb von Straßen) ergeben sich auf regionaler Ebene keine Verkehrsplanungsaufgaben, denn diese liegt beim Bund, den Ländern, Landkreisen und Kommunen (Spang et al. 2022). Die einzigen Institutionen, die auf regionaler Planungsebene gesetzlich verankerte Kompetenzen⁸ für Verkehrsplanung besitzen, sind Regionalverbände, von denen vielfach auch die Trägerschaft der Regionalplanung übernommen wird (z. B. Regionalverband Ruhr, Regionalverband Großraum Braunschweig, Regionalverband FrankfurtRheinMain).

Berücksichtigung des Güterverkehrs

Der Güterverkehr wird in den VEPs bislang kaum berücksichtigt. Dies ist u. a. darauf zurückzuführen, dass die von Seiten der Kommunen umsetzbaren Maßnahmen – anders als z. B. beim ÖPNV – sehr begrenzt sind und stattdessen vielmehr durch die wirtschaftlichen Akteur*innen (verladende/empfangende Unternehmen und Speditionen) umgesetzt werden müssen (Thiemermann et al. 2021; Lindholm und Behrends 2012). In den bislang wenigen Plankonzepten, in denen der Wirtschaftsverkehr berücksichtigt wird, geschieht dies entweder als eigenständiges **städtisches Wirtschaftsverkehrskonzept** (z. B. Kanton Basel-Stadt, dazu Wittenbrink et al. 2019) oder als Unterkapitel eines Verkehrsentwicklungsplans (z. B. Landeshauptstadt Stuttgart).

Von Leerkamp et al. (2020) wird vorgeschlagen, die Integration in die deutsche Planungssystematik dahingehend umzusetzen, dass der Planungsablauf für **städtische Wirtschaftsverkehrskonzepte** an dem für Verkehrsentwicklungspläne (siehe Abbildung 14) orientieren soll. Auf europäischer Ebene gibt es analog zu den SUMPs zusätzlich Empfehlungen zu Sustainable Urban Logistics Plans (SULP; dazu Aifandopoulou und Xenou 2019), die im Wesentlichen den hier vorgestellten Wirtschaftskonzepten entsprechen. Um Konsistenz mit allen den Verkehr betreffenden Planwerken herzustellen, sollen Ziele/Leitbilder aus bereits vorhandenen Planwerken (wie dem VEP) aufgegriffen werden (Leerkamp et al. 2020).

Entsprechend ergeben sich folgende Anforderungen an den **Ablauf** von Planungsprozessen (siehe auch Abbildung 14): In der Phase der *Orientierung* wird auf Basis erkannter Konflikte und Unverträglichkeiten die Entscheidung getroffen, ein derartiges Konzept zu entwickeln. Die Orientierung ist eine laufende Aufgabe der Verkehrsplanung, bei der Kenngrößen des Verkehrs laufend beobachtet werden, damit Konflikte und Unverträglichkeiten frühzeitig erkannt werden (FGSV 2018). In der darauffolgenden Phase der *Problemanalyse und Zielentwicklung* werden Leitbilder und Ziele erarbeitet, die als Grundlage für den weiteren Planungsprozess dienen; auf Basis des so entwickelten Zielsystems ist das spätere Maßnahmen(-bündel) zu entwickeln (FGSV 2018).

⁸ z. T. auch als freiwillige Aufgabe verankert. Siehe dazu z. B. für den RVR Gesetz über den Regionalverband Ruhr (RVRG).

Zusätzlich werden eine Zustandsanalyse sowie eine Zustandsbewertung durchgeführt. Bei der Entwicklung der Leitbilder und Ziele ist eine Konsistenz mit übergeordneten Planwerken, wie VEP oder Stadtentwicklungskonzepten herzustellen (FGSV 2018). Zusätzlich sollten die Ziele für ihre Evaluierbarkeit klar formuliert werden und sich möglichst an SMART-Kriterien anlehnen (FGSV 2018, siehe auch Abbildung 13). Bei der Zustandsanalyse sollen die Ist-Situation und absehbaren Entwicklungen im städtischen Wirtschaftsverkehrssystem, u. a. durch Intensivinterviews mit Logistikunternehmen (dazu z. B. Wittenbrink et al. 2016), analysiert werden (FGSV 2013). Im Rahmen der *Zustandsbewertung* erfolgt ein Abgleich zwischen dem in der Zustandsanalyse ermittelten Ist-Zustand und dem formulierten Zielsystem (FGSV 2018). Im Anschluss wird im Zuge der *Maßnahmenuntersuchung* das Handlungskonzept erstellt. Dazu sind die Wirkungen der in Frage kommenden Maßnahmen geeignet abzuschätzen (z. B. mit Verkehrsmodellen, siehe dazu weitergehend FGSV 2020). Die Maßnahmen sollen anhand ihres Beitrags zum zuvor entwickelten Zielsystem bewertet werden (Wittenbrink et al. 2019). Daraus wird ein Handlungsprogramm entwickelt, das festlegt, zu welchem Zeitpunkt und unter Mitwirkung welche:r Akteur:in die Umsetzung jeweils durchzuführen ist (ebd.). Während der *Umsetzung* sollte die bereits realisierten Maßnahmen im Hinblick auf ihre Wirksamkeit evaluiert werden. (FGSV 2018)

S	spezifisch	• Genaue Beschreibung des Gegenstands im Hinblick auf betroffene Akteure, negative Wirkungen und Areale
M	messbar	• Nennung eines messbaren Indikators zur Überprüfung der Zielerreichung
A	akzeptiert	• Ziele sind Ergebnis von Beteiligungsprozessen und politischen Abstimmungen
R	realistisch	• Anpassung der Ziele an die übergreifenden Planungsinstrumente, • an verfügbare/aktivierbare Ressourcen und • an absehbare exogene Veränderungen
T	terminiert	• Nennung eines Termins, an dem das Ziel erreicht sein soll

Abbildung 13: Darstellung der SMART-Kriterien

Da für die *Umsetzung* der konzipierten Maßnahmen die Mitarbeit der Logistikwirtschaft notwendig ist, ist für das Gelingen des Planungsprozesses eine Beteiligung der relevanten Akteur*innen von großer Bedeutung (dazu auch Cui et al. 2015). Ein wesentliches Erfolgskriterium ist die politische und planerische Verankerung des Planungsprozesses (Bjørgen et al. 2021), d. h. der Beteiligungsprozess erfährt politische Unterstützung, und es kann Einfluss auf laufende Planungsprozesse genommen werden (Bjørgen et al. 2021; Lindholm und Browne 2013; Agora Verkehrswende 2020; Leerkamp et al. 2020).

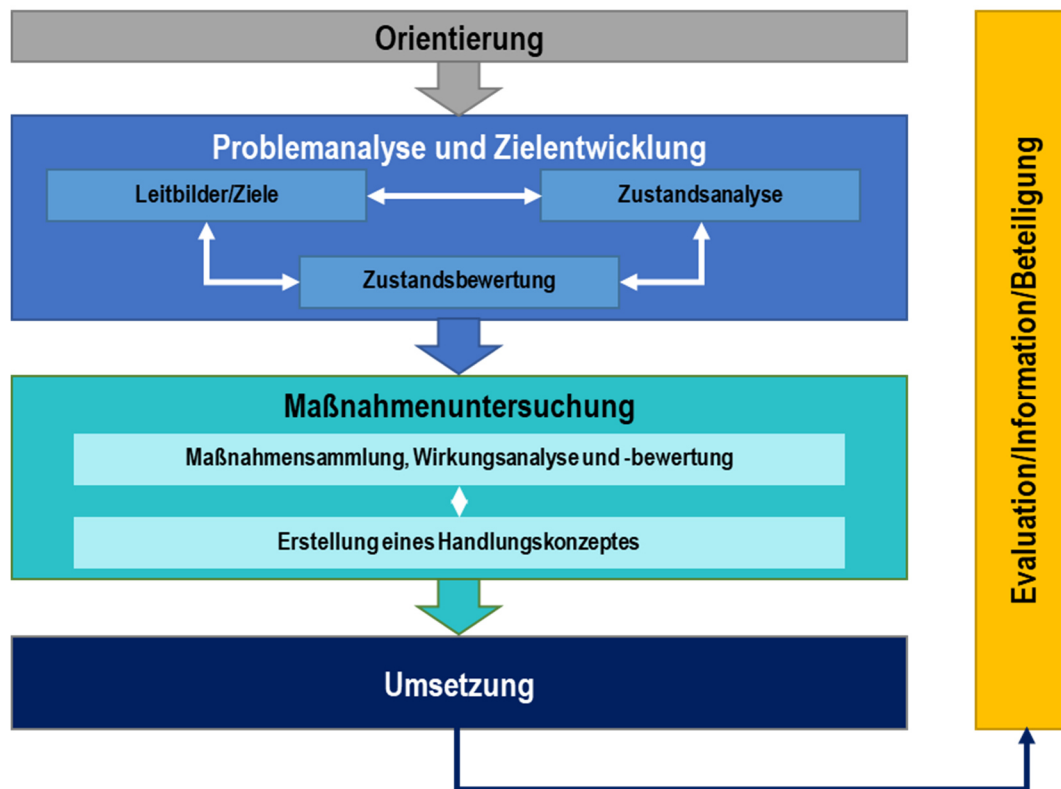


Abbildung 14: vorgeschlagener Ablauf bei Erarbeitung städtischer Güterverkehrskonzepte entsprechend den Empfehlungen für Verkehrsplanungsprozesse (FGSV 2018) und Leerkamp et al. (2020)

Planungsraum derartiger Konzepte ist bislang in Deutschland jedoch meist nicht eine Region, sondern vielmehr die innerstädtischen Bereiche von Großstädten (Leerkamp 2021a). Hinsichtlich der Logistiksegmente wird insb. das Stückgut- und KEP-Segment adressiert (ebd.). Auch die MKRO (2022) definiert Anforderungen an „kommunale Logistikkonzepte“, aber beschränkt sich hierbei ihrem Fokus entsprechend auf den Online-Handel und auf das damit eng zusammenhängende KEP-Segment.

Eine vergleichende Untersuchung regionaler Güterverkehrskonzepte im Vereinigten Königreich und Skandinavien zeigt, dass folgende Maßnahmen am häufigsten vorgeschlagen werden (Fossheim und Andersen 2017):

- Park- und Ladezonenmanagement,
- Verkehrsmanagementsystem,
- Integration des Güterverkehrs in die Verkehrsinfrastrukturplanung und in die Raumordnung (z. B. in Regionalpläne).

Hier findet also bereits in Teilen eine integrierte Planung von Güterverkehr und Raumordnung statt.

3.4.3 Auswertung informeller Konzepte

Um nun festzustellen, ob Planaussagen zur Adressierung der Logistik in bereits vorliegenden Konzepten gemacht werden, werden im Folgenden ausgewählte regionale und landesweite Güterverkehrs-/Logistikflächenkonzepte ausgewertet. Erfasst werden erneut alle textlichen Festlegungen mit Bezug zur Logistik/zum Güterverkehr.

Vorgehen

Da an informelle Logistikkonzepte Anforderungen von den beiden hier betrachteten Planungsdisziplinen Verkehrs- und Raumplanung gemacht werden, werden die Konzepte unter Berücksichtigung der dargestellten Anforderungen beider jeweiligen Planungsdisziplinen untersucht. Weil die Untersuchung der formellen Pläne gezeigt hat, dass die öffentlich zugängliche Logistikinfrastruktur bereits umfassend in den förmlichen Raumordnungsplänen adressiert wird, werden ausschließlich Planaussagen im Zusammenhang mit *privaten* Logistikstandorten betrachtet. Zusätzlich werden hier nicht nur Maßnahmen, sondern auch mögliche Analyseteile sowie der Planungsprozess betrachtet. Die Anforderungen der Verkehrsplanung an VEPs (dazu FGSV 2013, 2018) sowie der MKRO (2022) an raumordnerische Logistikkonzepte werden aufgegriffen und geeignet als Untersuchungskriterien operationalisiert.

Hinsichtlich des **Analyseteils** werden die Konzepte danach untersucht, ob folgende *raumordnerische* Anforderungen berücksichtigt sind:

- Raumbeobachtung der Logistik
- Prognose des Logistikflächenbedarfs
- Eignungsuntersuchung potenzieller Logistikstandorte

Zusätzlich werden die Adressierung folgender *verkehrsplanerische* Anforderungen untersucht:

- Durchführung einer Zustandsanalyse des Güterverkehrssystems
- Durchführung/Nutzung einer Verkehrsprognose

Hinsichtlich des **Planungsprozesses** werden die Konzepte danach untersucht, ob folgende Anforderungen berücksichtigt sind:

- Formulierung smarter Ziele (siehe dazu Abbildung 13)
- Verknüpfung mit anderen Planwerken
- Einbeziehung von Stakeholdern

Alle drei Anforderungen werden in der Verkehrsplanung (u. a. in Leerkamp et al. 2020), wie bereits beschrieben, als Voraussetzungen für einen erfolgreichen Planungsprozess benannt.

Hinsichtlich der **Maßnahmen** wird auf eine Maßnahmenstruktur von Fossheim und Andersen (2017) zurückgegriffen, die Maßnahmen in regionalen Güterverkehrskonzepten systematisiert und eine Weiterentwicklung von Holguín-Veras (2015) darstellt. Diese wird um die Anforderungen aus MKRO (2022) sowie die bei den obigen Untersuchungen der Raumordnungspläne zugrunde gelegten Planungsinstrumente zur Steuerung von Logistikstandorten erweitert (siehe Tabelle 4). Sofern während der Sichtung der Plankonzepte zusätzliche Maßnahmen gefunden wurden, die sich in diese Klassifikation nicht einordnen lassen, wurden diese der Maßnahmenliste entsprechend hinzugefügt.

Die Konzepte werden konkret daraufhin untersucht, welche der oben genannten Aspekte in diesen adressiert wird.

Untersuchte Pläne

Die Plankonzepte wurden zum einen aus Vallée (2012) entnommen und zum anderen eigenständig recherchiert. Sofern für einen Raum mehrere Konzepte vorliegen, wurde immer das aktuellere verwendet. Für Nordrhein-Westfalen liegen zwei Konzepte mit sehr unterschiedlichem Fokus vor,

daher wurden hier zwei Konzepte gesichtet. Das aktuellere betrachtet sowohl den Güterverkehr als auch Logistikflächen. In der Region Hannover liegen getrennte Konzepte mit Fokus Logistikflächen und Güterverkehr vor. Grundsätzlich zeigt sich, dass über die hier untersuchten Konzepte hinaus sehr wenige weitere Konzepte vorliegen.

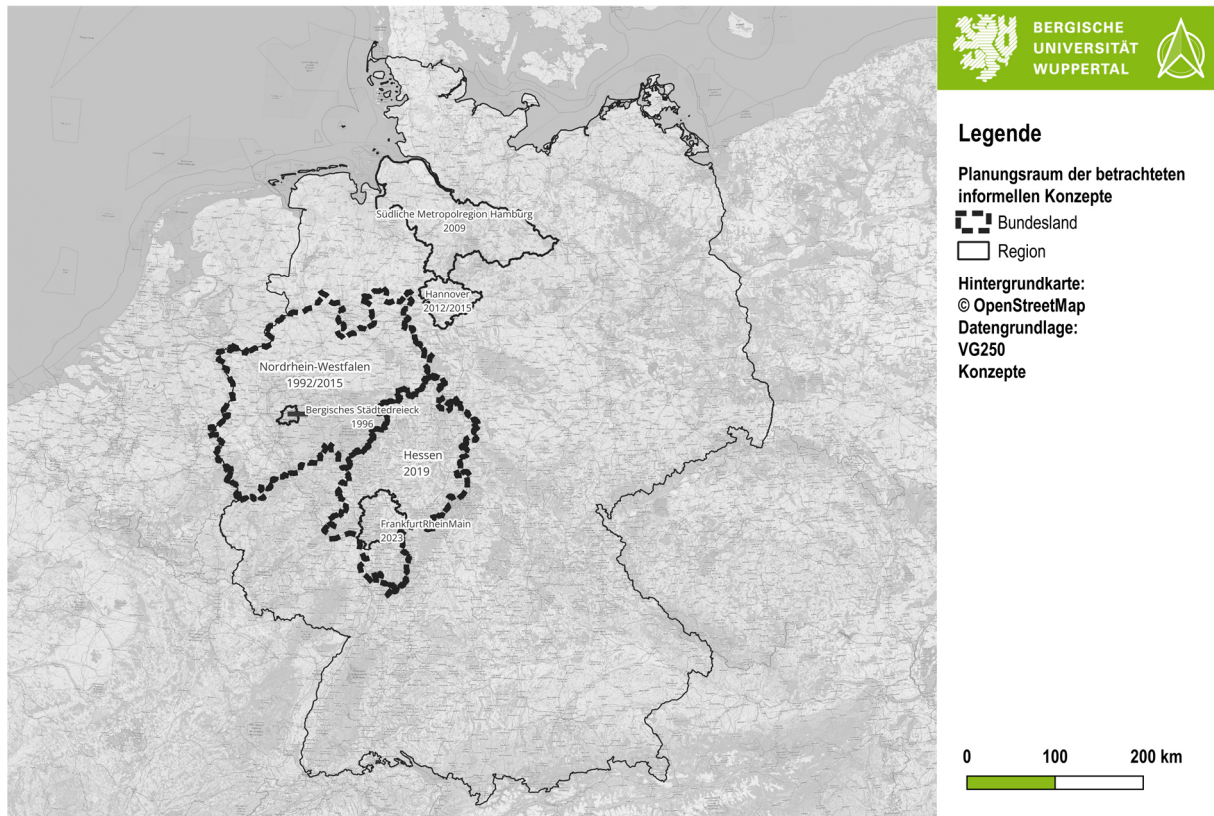


Abbildung 15: untersuchte informelle Konzepte

Ergebnis

Zunächst ist festzustellen, dass die Konzepte sich sehr unterscheiden, u. a. im Hinblick auf den inhaltlichen Fokus sowie auf den Detaillierungsgrad bei der Beschreibung möglicher Maßnahmen. Insb. bei den beiden betrachteten Konzepten in Hessen fällt auf, dass die vorgeschlagenen Maßnahmen einen geringen Detaillierungsgrad haben bzw. lediglich weitere konzeptionelle Arbeitsaufträge beinhalten.

Ebenfalls sind die **Anlässe** für die planerische Befassung sehr vielfältig. Die Region Hannover sieht ein sehr geringes Angebot „vermarktungsfähiger Logistikflächen“ bei gleichzeitig hoher Nachfrage nach solchen Flächen (Region Hannover 2012). In der südlichen Metropolregion Hamburg (*Koplas-Studie*) werden deutlich ausführlicher ähnliche Aspekte genannt (Leenen et al. 2009):

- „Anhaltend hohe Nachfrage nach Gewerbestandorten nahe den Autobahnen in den niedersächsischen Landkreisen im Nahbereich um das Oberzentrum Hamburg
- Akzeptanzprobleme und Nutzungskonflikte an entsprechend ausgewiesenen Standorten mit der Folge von Planungsunsicherheiten für Investoren
- Auftrag und Anspruch der Regional- und Bauleitplanung, diese Nachfragesituation zu bewältigen und zu gestalten sowie Fehlentwicklungen zu vermeiden

- Projekte für großräumig relevante, kurz- bis mittelfristig zu realisierende Verkehrsinfrastruktur (Aus- und Neubau von Autobahnen, Eisenbahnstrecken, Wasserstraßen und Flughäfen)
- durch das Landesraumordnungsprogramm 2008 dokumentiertes Landesinteresse an kreisübergreifendem, integrativem und kooperativem Handeln in dezentraler Verantwortung“.

Die Konzeptstudie *klimafreundlicher Wirtschaftsverkehr* der Region Hannover ist als Ergänzung eines bereits vorliegenden regionalen Verkehrsentwicklungsplans gedacht (Klukas et al. 2015). In der *Regionalen Wirtschaftsverkehrsstrategie Frankfurt RheinMain* wird insbesondere auf die zentrale Lage der Region, das damit verbundene hohe Gesamtverkehrsaufkommen und die belastete Verkehrsinfrastruktur verwiesen (Regionalverband FrankfurtRheinMain 2023). Ein ähnliches Ziel wird ebenfalls mit der *Standortraumkonzeption für Güterverkehrszentren in Nordrhein-Westfalen* verfolgt (MSV NRW 1995). Das *Güterverkehrskonzept 2035 für Hessen* und das *Logistikkonzept Nordrhein-Westfalen* haben als Ziel hingegen eher einen Überblick über das Güterverkehrssystem zu geben (MBWSV NRW 2015; Schocke et al. 2019). Bei dem betrachteten Konzept für das Bergische Städtedreieck handelt es sich um Ergebnisse des Forschungsvorhabens „*Stadtverträglicher Wirtschaftsverkehr im Bergischen Städtedreieck Remscheid-Solingen-Wuppertal*“ (Hesse 1996).

Tabelle 3: Anforderungen an den Analyseteil/Planungsprozess und Untersuchungsergebnisse

		Logistikflächenkonzept 2020 Region Hannover 2012	Konzeptstudie Klimafr. Wirtschaftsver. Hannover 2015	Koplas Südliche Metropolregion HH 2009	Frankfurt RheinMain 2023	Hessen 2019	Nordrhein-Westfalen 1992	Nordrhein-Westfalen 2015	Bergisches Städtedreieck 1996
Analyseteil Raumordnung	Raumbeobachtung der Logistik	X		X					X
	Logistikflächenbedarfsprognose			X					
	Eignungsuntersuchung von Flächen	X		X				X	
Analyseteil Verkehr	Zustandsanalyse/-bewertung GV-System		X	X		X	X	X	X
	Verkehrsprognose		X	X			X	X	X
Planungsprozess	SMARTe Ziele								
	Verknüpfung andere Planwerke		X	X		X		X	
	Stakeholderbeteiligung		X	X	X	X	X	X	X

Bei der Betrachtung der **Analyseteile und des Planungsprozesses** ist erkennbar, dass bei den meisten Konzepten ein deutlicher Fokus auf die verkehrlichen Aspekte gelegt wird (siehe Tabelle 3). Die Analyseteile unterscheiden sich dabei in ihrem Detaillierungsgrad erheblich. Im Güterverkehrskonzept Hessen werden auf Bundesland/Bund-Ebene oberflächlich verkehrliche Daten ausgewertet (Schocke et al. 2019), während Hesse (1996) Verkehrserhebungen einzelner Straßenzüge macht.

Eine Stakeholder-Beteiligung findet bei fast allen Konzepten statt. Dies umfasst auch **interkommunale** Aspekte. Die Erarbeitung des Konzeptes erfolgt im Bergischen Städtedreieck, in den Regionen FrankfurtRheinMain und Hannover sowie in der südlichen Metropolregion Hamburg unter

Einbindung bzw. im Auftrag der Kommunen/Landkreise (Hesse 1996; Regionalverband FrankfurtRheinMain 2023; Klukas et al. 2015; Leenen et al. 2009). In der Region FrankfurtRheinMain (u. a. Konzept zu multimodalen Gewerbe- und Logistikstandorten) und in der Region Hannover (intelligente Steuerung der Verkehrsflusses) werden auch Maßnahmen vorgeschlagen, die in interkommunaler Zusammenarbeit umzusetzen sind (Klukas et al. 2015; Regionalverband FrankfurtRheinMain 2023).

Die Formulierung SMARTer Ziele findet hingegen gar keine Anwendung. Eine raumordnerische Analyse findet ebenfalls sehr selten statt. Hier ist insb. die Koplas-Studie zu nennen, die die Arbeitsplatzentwicklung und die Rauminspruchnahme der Logistik analysiert und diese ebenfalls prognostiziert (Leenen et al. 2009). Diese Logistikbedarfsprognose wird dabei getrennt für definierte Branchencluster durchgeführt (siehe hierzu Abbildung 16).

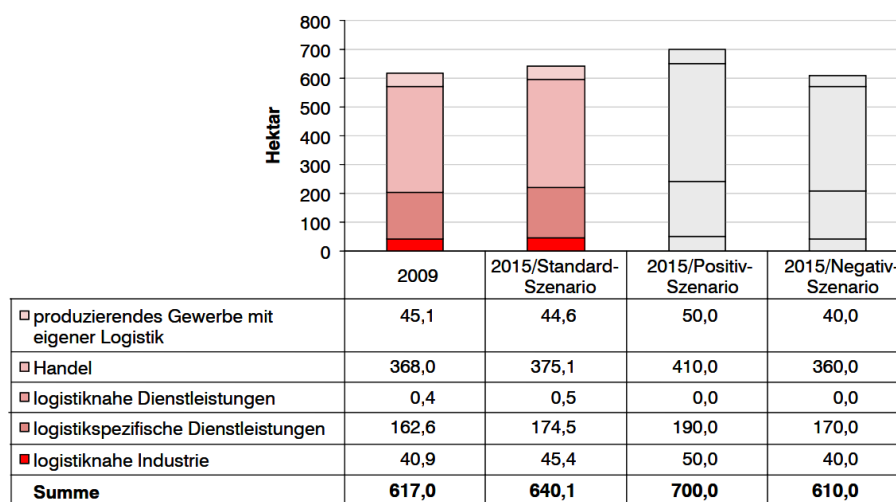


Abbildung 16: Logistikflächenprognose für die südliche Metropolregion Hamburg (Leenen et al. 2009)

Bei der Verkehrsprognose und der Zustandsanalyse des Verkehrssystems wird in unterschiedlicher räumlicher Aggregation auf die Verkehrsprognose des Bundesverkehrswegeplans zurückgegriffen. In der Koplas-Studie werden die prognostizierten Gütermengen in LKW-Fahrten umgerechnet und damit ein Fahrtenaufkommen auf Kreisebene geschätzt (Leenen et al. 2009). Eigene Verkehrserhebungen finden lediglich bei Hesse (1996) statt.

Tabelle 4 zeigt die in den Konzepten adressierten Maßnahmen. Die genannten Maßnahmen sind *Wissens-/Informationstransfer* mit sechs Nennungen sowie die *Ausrichtung von Logistikflächen auf Häfen/KV-Terminals* mit fünf Nennungen. Mit vier Nennungen folgen die *(Weiter-)Entwicklung neuer/bestehender KV-Terminals* sowie die *Stärkung alternativer Verkehrsträger (wie Schiene, Wasserstraße, kombinierter Verkehr)*. Diese Maßnahmen sind alle auch von der öffentlichen Hand beeinflussbar. Auch insgesamt liegt der Fokus auf Maßnahmen, die von der öffentlichen Hand umgesetzt werden können.

Es zeigt sich, dass die beiden Konzepte, die den Fokus auf Logistikflächen legen (*Logistikflächenkonzept Hannover und Koplas-Studie*), sich auch ausschließlich auf logistikflächenbezogene Maßnahmen beziehen (Region Hannover 2012; Leenen et al. 2009). Eine integrierte Adressierung von Logistikflächen *und* weiteren verkehrsplanerischen Maßnahmen findet

nur im Bergischen Städtedreieck (Hesse 1996), im Logistikkonzept NRW (MBWSV NRW 2015) sowie im Regionalverband FrankfurtRheinMain statt (Regionalverband FrankfurtRheinMain 2023). Insbesondere im Bergischen Städtedreieck und in FrankfurtRheinMain wird die Standortsteuerung von Logistik auch als Hebel dafür gesehen, eine Verlagerung von Gütern v. a. auf die Schiene zu ermöglichen. Die konkrete Verortung geeigneter Logistikflächen als Ergebnis von Nutzwertanalysen findet nur im Logistikkonzept NRW (MBWSV NRW 2015) und in der Region Hannover (Region Hannover 2012) statt. In der *Koplas-Studie* wird ein Vorschlag für eine Nutzwertanalyse erarbeitet (Leenen et al. 2009).

Ein konkreter **Bezug zur formellen Raumordnung** wird hierbei beim *Logistikflächenkonzept Hannover* hergestellt, denn dieses Konzept dient als konzeptionelle Grundlage für Anpassungen des Regionalen Raumordnungsprogramms (Region Hannover 2012). In der *Koplas-Studie* werden „Möglichkeiten und Beispiele für Festsetzungen im Zusammenhang mit Logistikansiedlungen“ vorgestellt (Leenen et al. 2009). Auf diese Studie wird zusätzlich bei der Ausweisung von Vorranggebieten *Standorte für die Logistikwirtschaft* im RROP des Landkreises Harburg Bezug genommen (Landkreis Harburg 2019). In der *Wirtschaftsverkehrsstrategie des Regionalverband FrankfurtRheinMain* wird in formeller Hinsicht die „planerische Sicherung von Schienenzugangsstellen“ angestrebt (Regionalverband FrankfurtRheinMain 2023). Auf informeller Ebene ist u. a. geplant, ein „Gutachten als fachlich-rechtliche Grundlage zur Sicherung und Entwicklung multimodal angebundener Gewerbe-, Logistik- und Umschlagsflächen“ zu erstellen (ebd.). Ähnliche Empfehlungen macht Hesse (1996) für das Bergische Städtedreieck.

Es ist daher insgesamt erkennbar, dass es lediglich einzelne Konzepte gibt, die eine integrierte Betrachtung von Güterverkehr und Logistikflächen umsetzen, generell also eine starke Trennung der Planungsdisziplinen vorhanden ist und dies obwohl vor dem Hintergrund der dargestellten Herausforderungen, u. a. Flächenverbrauch durch Logistikflächen sowie Umsetzung der Verkehrswende, eine flächendeckende Verknüpfung der Planungsdisziplinen dringend geboten ist. Lediglich das FE-Projekt von Hesse setzt zum einen die Integration von verkehrlichen und Flächenthemen um und besitzt gleichzeitig auch einen verkehrs- und raumordnungsbezogenen Analyseteil. Auch der Bezug zur förmlichen Raumordnung, deren Instrumente eine starke Bindungswirkung haben, wird nur in Ausnahmefällen hergestellt und beschränkt sich auf die beiden logistikflächenbezogenen Konzepte sowie die Wirtschaftsverkehrsstrategie des Regionalverbands FrankfurtRheinMain. Hier besitzen die konzepterstellenden Institutionen gleichzeitig auch die Trägerschaft der Regionalplanung.

Die Unterschiedlichkeit der Konzepte hinsichtlich der Durchführung des Planungsprozesses, des Untersuchungsteils sowie der untersuchten/vorgeschlagenen Maßnahmen und hierbei zusätzlich ihres Detaillierungsgrads unterstreichen den bestehenden Bedarf für die Entwicklung eines integrierten Planungsprozesses. Auch Fossheim und Andersen (2017) unterstreichen für den städtischen Güterverkehr die Wichtigkeit nationaler Leitlinien für die Implementierung in die Verkehrsplanung.

Tabelle 4: Maßnahmen in regionalen Güterverkehrskonzepten in Anlehnung an Fossheim und Andersen (2017) und Holguín-Veras (2015) und Untersuchungsergebnisse

		Logistikflächenkonzept 2020 Region Hannover	Konzeptstudie Klimaf. Wirtschaftsver. Hannover	Koplas Südliche Metropolregion HH 2009	Frankfurt RheinMain 2023	Hessen 2019	Nordrhein-Westfalen 1992	Nordrhein-Westfalen 2015	Bergisches Städtedreieck 1996
Infrastruktur- management	(Weiter-)Entwicklung neuer/bestehender KV-Terminals				X	X	X		X
	Neue/erweiterte Verkehrsinfrastruktur					X		X	
	Verkehrssicherheit								
	Stärkung alternativer Verkehrsträger (wie Schiene, Wasserstraße, kombinierter Verkehr)				X	X		X	X
	Ausbau von Ladeinfrastruktur				X				
Park-/ Ladezonen- management	Ausbau und Verbesserung von Parkplätzen (u. a. für Übernachtparken)				X	X			
	(Aus-)Bau von Rastanlagen								
	Ausweisen von Ladezonen				X				X
Fahrzeugbezogene Strategien	Emissionsstandards, Einsatz von Niedrig-/Nullemissionsfahrzeugen/Lastenräder		X		X				X
	Lärmarme Belieferung/ Lärmbeschränkungen								X
	Autonomes Fahren				X				
Verkehrs- management	Zuverlässige Lieferzeiten (Nachtzustellung), Minimierung von Verspätungen								
	Zeit-, Gewichts-, Höhen-, Lärm- und Zugangsbeschränkungen		X			X			X
	Lokale/regionale Lkw-Routenführung		X		X				
	Einsatz von Verkehrstelematik		X		X	X			
	Baustellenmanagement				X				
Logistik- management	Kooperation von Logistikern/Verladern		X					X	X
	Bündelungsansätze		X			X			X
Akteurs- beteiligung	Wissens-/Informationstransfer		X	X	X	X		X	X
	Regelmäßige Güterverkehrsrunden				X				X
Logistikflächen	Standortscharfe Standortsteuerung								
	Ortsteilscharfe Standortsteuerung	X							
	Standortsteuerung – Konzentration auf Gemeinden	X							
	Standortsteuerung – Konzentration auf Achsen/Regionen								
	Standortsteuerung – Vermeidung von Nutzungskonflikten	X		X				X	
	Ausrichtung von Logistikstandorten auf Autobahnanschlüsse	X		X				X	
	Ausrichtung von Logistikstandorten auf Gleisanschlüsse	X			X			X	X
	Ausrichtung von Logistikstandorten auf Häfen/KV-Terminals	X			X		X	X	X
	Planerische Sicherung von Gleisanschlüssen				X				
	Flächensparsamkeit	X				X			

3.5 Beispielhafte Auswertung im Ausland

Im Folgenden werden einzelne formelle Regionalpläne und informelle Konzepte von Regionen in anderen Ländern ausgewertet, um Erkenntnisse hinsichtlich der planerischen Verankerung von Logistik in Verkehrs- und Raumplanung in anderen Planungssystemen zu erhalten.

Zusätzlich werden zwei Regelwerke/Planungsempfehlungen aus der Schweiz und den USA dargestellt, die Vorgaben für eine planerische Bearbeitung machen.

3.5.1 Formelle Regionalpläne

Zunächst werden beispielhaft drei formelle Regionalpläne aus der Schweiz und Frankreich ausgewertet.

Schweiz

In der Schweiz sind die Kantone vergleichbar mit der regionalen Planungsebene. Ihr zentrales Planungsinstrument zur Steuerung der räumlichen Entwicklung ist der kantonale Richtplan, in diesem werden Planungsabsichten definiert und mit den Vorhaben des Bundes und der Gemeinden abgestimmt (Lezzi 2018; KPK 2016). Im Kantonalen Richtplan haben alle dort getroffenen Festlegungen dieselbe Verbindlichkeit (Pehlke und Siedentop 2021), eine mit der in Deutschland vorhandenen vergleichbare Unterscheidung in Grundsätze und Ziele gibt es dort nicht.

Im aktuell gültigen Richtplan des **Kantons Zürich** ist die Logistik dahingehend verankert, dass *Standorte für Anlagen für Güterumschlag ortsteilscharf festgelegt* werden. Unter Anlagen für Güterumschlag fallen neben KV-Terminals auch Umschlaganlagen für den Kies- und Aushubtransport (Kanton Zürich 2023).

Im aktuell gültigen Richtplan des **Kantons Bern** erfolgt ebenfalls eine *ortsteilscharfe Sicherung von Umschlaganlagen* und zusätzlich von Güterbahnhöfen. Als Grundlage dient ein zuvor erarbeitetes kantonales Zielbild Schienengüterverkehr, das Grundlage für die Auswahl der zu sichernden Standorte ist. Das Zielbild ist darüber hinaus Teil der Umsetzung des kantonalen Güterverkehrs- und Logistikkonzepts (siehe unten). Darüber hinaus wird eine *ortsteilscharfe Festlegung von Logistikflächen* umgesetzt. Für die Festsetzung weiterer Gebiete werden u. a. folgende Kriterien benannt (Kanton Bern 2023):

- bestehender Gleisanschluss
- min. 3 ha in einer ausgewiesenen Bauzone
- Lage an Standorten mit vorhandenen güterverkehrsintensiven Einrichtungen und Logistikknutzungen
- Geeignete Verkehrserschließung

Als Planungsgrundlage dient hier neben dem kantonalen Güterverkehrs- und Logistikkonzept auch die Studie *Logistikstandorte von überkantonaler Bedeutung* (siehe unten), aus der die für den Kanton Bern identifizierten Standorte für eine spätere Festsetzung geprüft werden sollen.

Frankreich

Der französische Staat ist grundsätzlich zentralistisch ausgerichtet. In der räumlichen Planung definiert die nationale Regierung „Ziele von nationalem Interesse und setzt Politiken gemeinsam mit lokalen und regionalen Regierungen um.“ (Geppert 2018) Die Regionen verfügen über Kompetenz für

die Regionalplanung, jedoch sind deren regionalen Raumentwicklungskonzepte nicht bindend für die lokale Ebene (ebd.). „Einzige Ausnahme ist die Region Île-de-France mit Paris, deren Raumordnungsplan (Schéma directeur de la région d'Île-de-France – SDRIF) für die lokalen Entwicklungspläne bindend ist“ (ebd.).

Im Folgenden wird das im Juli 2023 im Regionalrat beschlossene und nun im Beteiligungsverfahren befindliche SDRIF der Île-de-France dargestellt (Région Île-de-France 2023). Es besteht aus einem regionalen Entwicklungskonzept und einem rechtsverbindlichen Teil, der auch für die lokale Planungsebene verbindlich ist. Im Folgenden wird lediglich auf den rechtsverbindlichen Teil eingegangen.

Die einzige *kleinräumige Standortsteuerung* findet durch *ortsteilscharfe Festlegung bestehender und zu entwickelnder multimodaler Standorte* statt. Zu diesen gehören u. a. Häfen und KV-Terminals, aber auch zentralgelegene Anlegestellen für die Binnenschifffahrt. Hinsichtlich Logistikimmobilien wird eine *großräumige Standortsteuerung auf dicht besiedelte städtische Gebiete* vorgenommen, die dazu dienen soll, die Belastungen der letzten Meile zu verringern. Die soll ebenfalls bei der Entwicklung von Gewerbegebieten mitgedacht werden.

Großräumige Standortsteuerung findet darüber hinaus dadurch statt, dass die Ausbreitung von Logistikflächen entlang der Hauptverkehrsstraßen eingedämmt werden soll, indem bestehende Logistikflächen zu verdichten sind. Auf die Entwicklung von ausschließlich auf die Straße ausgerichteter Logistikstandorte soll verzichtet werden. Ansonsten wird die *Sicherung* bestehender multimodaler Logistikstandorte und Umschlaganlagen gefordert. Eine Verlagerung bestehender Standorte ist nur möglich, wenn sie Vorteile im Hinblick auf Umweltschutz, Schutz der Bevölkerung und die erbrachte Logistikdienstleistungen hat.

Aus den hier betrachteten Beispielen geht hervor, dass lediglich im Kanton Bern auch eine Standortsteuerung von Logistikflächen vorgenommen wird; die anderen beiden beschränken sich auf die Sicherung von Logistikinfrastruktur, die auch in vielen deutschen Raumordnungsplänen umgesetzt wird. Private Logistikimmobilien werden also ebenfalls trotz des herausgearbeiteten Steuerungsbedarfs meist nicht planerisch adressiert.

3.5.2 Informelle Konzepte

Für die Regionen der oben untersuchten formellen Raumordnungspläne werden nun im Folgenden zusätzlich die jeweils vorliegenden informellen Konzepte ausgewertet. In der Schweiz gibt es zusätzlich ein Logistikflächenkonzept, das *Logistikstandorte überkantonaler Bedeutung* ermittelt, dies wird ebenfalls vorgestellt.

Für den Kanton Zürich sind dies das *Güterverkehrs- und Logistikkonzept (GVLK ZH)* von 2022 sowie das *Logistikstandortkonzept* von 2013. Für den Kanton Bern handelt es sich hierbei um das *Güterverkehrs- und Logistikkonzept (GVLK BE)* von 2021. Für die Île-de-France wird der regionale Verkehrsentwicklungsplan (*PDUIF*) von 2014 ausgewertet. Zurzeit ist eine Überarbeitung anhängig, die jedoch noch nicht veröffentlicht wurde.

Das Vorgehen der Auswertung entspricht dabei dem oben dargestellten für die ausgewerteten deutschen Konzepte.

Ergebnis

Der oben festgestellte Unterschied der Studien im Hinblick auf den Detaillierungsgrad ist hier deutlich geringer. Die Maßnahmen haben einen meist hohen Detaillierungsgrad. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass die beiden GVLKs und der PDUIF allesamt von den zuständigen Behörden veröffentlicht sind und diesen als Arbeitsprogramm dienen. Das GVLK BE basiert dabei auf einem zuvor erstellten Gutachten.

Die **Anlässe** sind auch hier unterschiedlich. Das GVLK BE soll u. a. als „Grundlage für den raumplanerischen Umgang mit [...] Logistiknutzungen“ dienen (Kanton Bern 2021) und wird wie oben auch als Grundlage für den kantonalen Richtplan verwendet. Das GVLK ZH nennt u. a. den steigenden Güterverkehr, überlastete Verkehrsinfrastruktur sowie die Flächenknappheit für Logistik als Anlass (Kanton Zürich 2022). Das mit diesen Aspekten verbundene Entstehen von Logistikstandorten „an raumplanerisch unerwünschten Lagen“ sowie der Verlust geeigneter Standorte durch „Siedlungsdruck“ und eine bislang fehlende landesweite Strategie, die zwischen Behörden und Wirtschaft abgestimmt ist, werden als Anlässe für *Potentialanalyse Logistikstandorte von überkantonaler Bedeutung* genannt (Ruesch et al. 2018). Im PDUIF wird der Güterverkehr als Teil der Verkehrsentwicklungsplanung aufgegriffen. In diesem Rahmen wird auf eine gewünschte Verkehrsverlagerung auf Schiene und Wasserstraße sowie die Verringerung der Fahrleistung im Straßengüterverkehr abgezielt.

Tabelle 5: Anforderungen an den Analyseteil/Planungsprozess und Untersuchungsergebnisse

		GVLK Kanton Bern 2021	GVLK Kanton Zürich 2022	Logistikstandortkonzept Kanton Zürich 2013	Logistikstandorte überkantonal. Bedeutung 2018	PDUIF Île-de-France 2014
Analyseteil Raumordnung	Raumbeobachtung der Logistik	X		X		X
	Logistikflächenbedarfsprognose					X
	Eignungsuntersuchung von Flächen			X	X	
Analyseteil Verkehr	Zustandsanalyse/-bewertung GV-System	X	X			X
	Verkehrsprognose	X	X			
Planungsprozess	SMARTe Ziele	X	X			
	Verknüpfung andere Planwerke	X	X	X	X	X
	Stakeholderbeteiligung	X	X	X	X	X

Bei der Betrachtung der **Analyseteile und des Planungsprozesses** fällt auch hier die Trennung zwischen Logistikflächenkonzepten und Güterverkehrskonzepten auf (siehe Tabelle 5). Lediglich der PDUIF und das GVLK BE analysieren sowohl verkehrliche als auch raumordnerische Aspekte (Région Île-de-France 2014; Kanton Bern 2021). Die Raumbeobachtung der Logistik beinhaltet bei allen betrachteten Konzepten, in denen sie angewendet wird, die Darstellung von bedeutsamen Logistikstandorten, Logistikbeschäftigungsschwerpunkten und KV-Terminals. Das einzige Konzept, in dem eine Logistikflächenbedarfsprognose vorgenommen wird, ist der PDUIF. Hier wird die vergangene Entwicklung (in den Zeiträumen 1980-2005 und 2005-2008) des Flächenbedarfs für

Logistik für die Jahre 2010-2020 vereinfacht fortgeschrieben (Région Île-de-France 2014). Eine Eignungsuntersuchung von Flächen findet lediglich in den beiden reinen Logistikflächenkonzepten statt (Ruesch et al. 2018; Kanton Zürich 2013). Bei beiden erfolgt die Eignungsuntersuchung im Rahmen einer Nutzwertanalyse, bei der auf die gesamte Schweiz ausgedehnten Studie erfolgt hierbei eine umfangreiche Rückkopplung mit der Planungspraxis. Bei der Zustandsanalyse wird im GVLK BE und PDUIF u. a. auf Straßennetzbelastungen zurückgegriffen (Kanton Bern 2021; Région Île-de-France 2014). Im GVLK ZH wird hierbei im Wesentlichen der Onlinehandel fokussiert und Umsatzentwicklungen und Zulassungszahlen betrachtet (Kanton Zürich 2022). Die beiden Schweizer Konzepte greifen zusätzlich auf die landesweite Verkehrsprognose („Verkehrsperspektiven 2040“) zurück. Die Formulierung SMARTer Ziele findet lediglich in den GVLK ZH und GVLK BE Anwendung, jedoch dadurch, dass am Ende in beiden Konzepten ein Arbeitsprogramm mit Zeitplan vorgelegt wird (Kanton Zürich 2022; Kanton Bern 2021). Stakeholder-Beteiligung sowie die Verknüpfung mit anderen Planwerken findet dagegen bei allen Konzepten statt.

Die Beteiligung der Kommunen findet im GVLK ZH, GVLK BE und PDUIF statt. Im GVLK BE erfolgt bei Maßnahmen der City-Logistik dabei eine klare Abgrenzung zwischen den Aufgaben der Gemeinden (konkrete Umsetzung) und des Kantons (konzeptionelle Grundlagen). Im GVLK ZH werden einzelne Maßnahmen aufgeführt (u. a. Anpassungen in der kommunalen Flächennutzungsplanung), die in der Zuständigkeit der Kommunen liegen. Wie bei allen anderen Maßnahmen wird hierbei ein kantonseigenes Amt als federführende Stelle für die Maßnahmen benannt. Bei der Erarbeitung des PDUIF wurde der kommunale Dachverband eingebunden, und es werden Maßnahmen definiert, die (teilweise) in der Verantwortung der Kommune liegen. U. a. wird die regionale Angleichung von straßenverkehrsrechtlichen Regelungen bzgl. des Parkens adressiert, die in Frankreich in der Zuständigkeit der Gemeinden liegt.

Tabelle 6 zeigt die in den Konzepten adressierten **Maßnahmen**. Die beiden Konzepte des Kantons Zürich sind hier komplementär zu sehen, da im neueren GVLK ZH auch auf das ältere Logistikstandortkonzept verwiesen wird. Zunächst fällt auf, dass die Maßnahmen insgesamt einen höheren Detaillierungsgrad haben als diejenigen in den oben untersuchten deutschen Konzepten. Grundsätzlich ist auch hier festzustellen, dass die beiden flächenbezogenen Konzepte auch nur logistikflächenbezogene Maßnahmen adressieren und hierbei im Detail auf eine standortscharfe Standortsteuerung von Logistikflächen abzielen. Hierzu wird in beiden Konzepten auf Nutzwertanalysen zurückgegriffen. PDUIF und GVLK BE adressieren hingegen sowohl güterverkehrliche als auch logistikflächenbezogene Maßnahmen. Im PDUIF wird die Schaffung von Logistikflächen in innerstädtischen Gebieten und der Erhalt bestehender Logistikflächen gefordert, während im GVLK BE auf die Sicherung von Logistikflächen mit Bahnerschließung fokussiert wird. Abgesehen vom GVLK ZH konzentrieren sich alle Konzepte ausschließlich auf Maßnahmen, die durch die öffentliche Hand umgesetzt werden können.

Ein konkreter **Bezug zur formellen Raumordnung** wird hierbei bei allen Konzepten hergestellt. Beim Logistikstandortkonzept des Kantons Zürich sowie der *Potentialanalyse Logistikstandorte von überkantonaler Bedeutung* wird darauf verwiesen, dass die Ermittlung der potenziellen Logistikflächen als Grundlage für die Standortsicherung durch die formelle Raumordnung dienen

kann. Im GVLK BE wird die Sicherung von Logistikstandorten durch die formelle Raumordnung als Maßnahme vorgeschlagen. Im PDUIF wird bei der Sicherung von öffentlicher Logistikinfrastruktur (u. a. KV-Terminals) auf den Regionalplan SDRIF (siehe auch oben) verwiesen, für die Sicherung innerstädtischer Logistikflächen hingegen auf die Zuständigkeit der Gemeinden und ihrer Flächennutzungspläne.

Insgesamt ist bei den hier untersuchten Konzepten erkennbar, dass zumindest auf Ebene der Regionen eine integrierte Betrachtung von Güterverkehr und Logistikflächen umgesetzt wird. Alle Konzepte stellen einen Bezug zur formellen Raumordnung her, die Schweizer Konzepte schaffen hierbei die konzeptionellen Grundlagen für die Sicherung von Logistikstandorten in der förmlichen Raumordnung. Daneben zeigt der Fokus auf Maßnahmen, die durch die öffentliche Hand und in den meisten Fällen sogar unmittelbar durch die das Konzept erarbeitende Stelle umsetzbar sind, die detaillierte Beschreibung von Maßnahmen und die teilweise vorhandene Darstellung von Arbeitsprogrammen, dass in den hier betrachteten Planungsregionen Güterverkehr und Logistik als Planungsaufgabe mit Gestaltungsanspruch aufgegriffen werden. Dadurch, dass der Bezug zur förmlichen Raumordnung hergestellt und gleichzeitig verkehrsplanerische Maßnahmen aufgegriffen werden, ist ableitbar, dass die Integration von Logistik in die Raum- und Verkehrsplanung stärker verankert ist als in Deutschland, wo eher eine Trennung der Planungsdisziplinen festzustellen ist.

Tabelle 6: Maßnahmen in regionalen Güterverkehrskonzepten in Anlehnung an Fossheim und Andersen (2017) und Holguín-Veras (2015) und Untersuchungsergebnisse

		Kanton Bern 2021	Kanton Zürich 2022	Kanton Zürich 2013	Logistikstandorte über- kantonaler Bedeutung 2018	PDUIF 2014
Infrastruktur- management	(Weiter-)Entwicklung neuer/bestehender KV-Terminals		X			X
	Neue/erweiterte Verkehrsinfrastruktur					
	Verkehrssicherheit					
	Stärkung alternativer Verkehrsträger (wie Schiene, Wasserstraße, kombinierter Verkehr)	X	X			X
	Ausbau von Ladeinfrastruktur					
Park-/ Ladezonen- management	Ausbau und Verbesserung von Parkplätzen (u. a. für Übernachtenparken)					X
	(Aus-)Bau von Rastanlagen					
	Ausweisen von Ladezonen					X
Fahrzeugbezogene Strategien	Emissionsstandards, Einsatz von Niedrig-/ Nullemissionsfahrzeugen/Lastenräder	X				X
	Lärmarme Belieferung/ Lärmbeschränkungen					
	Autonomes Fahren					
Verkehrs- management	Zuverlässige Lieferzeiten (Nachtzustellung), Minimierung von Verspätungen					
	Zeit-, Gewichts-, Höhen-, Lärm- und Zugangsbeschränkungen	X	X			X
	Lokale/regionale Lkw-Routenführung	X	X			X
	Einsatz von Verkehrstelematik					
	Baustellenmanagement					
Logistik- management	Kooperation von Logistikern/Verladern		X			
	Bündelungsansätze		X			
Akteurs- beteiligung	Wissens-/Informationstransfer	X	X			
	Regelmäßige Güterverkehrsrunden					
Logistikflächen	Standortscharfe Standortsteuerung					
	Ortsteilscharfe Standortsteuerung	X			X	
	Standortsteuerung – Konzentration auf Gemeinden					
	Standortsteuerung – Konzentration auf Achsen/Regionen				X	X
	Standortsteuerung – Vermeidung von Nutzungskonflikten			X	X	
	Ausrichtung von Logistikstandorten auf Autobahnanschlüsse			X	X	
	Ausrichtung von Logistikstandorten auf Gleisanschlüsse	X		X	X	
	Ausrichtung von Logistikstandorten auf Häfen/KV-Terminals				X	
	Planerische Sicherung von Gleisanschlüssen	X				
	Flächensparsamkeit	X				

3.5.3 Planungsempfehlungen

In den USA liegen zwei Studien vor, die Vorgaben für Planungsprozesse im Zusammenhang mit der Integration von Logistik und Güterverkehr in die Verkehrs- und Raumplanung machen.

Einerseits wurde 2015 das Forschungsprojekt *Improving Freight System Performance in Metropolitan Areas: A Planning Guide* abgeschlossen, das im Rahmen des vom Transport Research Board (TRB) gesteuerten *National Cooperative Freight Research Program* (NCFRP) erfolgte. Das Projekt hatte das Ziel, mögliche Strategien und Maßnahmen aufzuzeigen, mit denen die Effizienz des Güterverkehrs in Ballungsräumen verbessert werden kann. Andererseits wurde 2022 das Forschungsprojekt *Planning Freight-Efficient Land Uses: Methodology, Strategies, and Tools* abgeschlossen, das im Rahmen des *National cooperative highway research program* (NCHRP) beauftragt worden war. Dieses Forschungsprogramm wird ebenfalls durch das TRB angeleitet. Das Projekt hatte das Ziel, Ansätze für die Flächennutzungsplanung aufzuzeigen, um die Anforderungen und Auswirkungen des Güterverkehrs zu berücksichtigen und dabei gleichzeitig Lieferketten effizienter zu gestalten (Holguin-Veras et al. 2021). Ersteres Forschungsprojekt richtet sich dabei primär an die Verkehrsplanung, das zweite an die Flächennutzungsplanung. Die beiden Forschungsprojekte werden im Folgenden entlang der Untersuchungsschritte, mit der die informellen Konzepte zuvor ausgewertet wurden, vorgestellt.

Improving Freight System Performance in Metropolitan Areas

In diesem Dokument wird zunächst der Entscheidungsprozess bei der städtischen Güterverkehrsplanung dargestellt, danach ein Maßnahmenkatalog (siehe Tabelle 6 zur Übersicht); abschließend werden Fallbeispiele für die Anwendung einzelner Maßnahmen aufgezeigt. Die Maßnahmen wurden bereits oben in verkürzter Form dargestellt. Folgende Schritte des Planungsprozesses werden genannt:

1. Zu erreichende Ziele definieren
2. Kennzahlen zur Messung der Zielerreichung definieren
3. Hauptursache für Probleme identifizieren (z. B. mit Verkehrserhebungen)
4. Identifizierung möglicher Maßnahmen
5. Abschätzung der Zielerreichung für mögliche Maßnahmen
6. Bewertung und Auswahl der Maßnahmen
7. Erstellung eines Maßnahmenplans mit Umsetzungsempfehlungen
8. Umsetzung und Monitoring des Maßnahmenplans
9. Weiterverfolgung, Neubewertung und (falls erforderlich) Änderung des Plans

Als wesentliche Voraussetzung für das Gelingen des Planungsprozess wird die Akteursbeteiligung und -kooperation genannt. Die Planungsschritte entsprechen im Wesentlichen denen für städtische Wirtschaftsverkehrskonzepte (siehe z. B. Abbildung 14), die bereits vorgestellt wurden.

Freight-efficient land-use plans (FELU)

Das Planungsinstrument, das in diesem Projekt entwickelt wurde, ist ein *freight-efficient land use (FELU) plan*, zu Deutsch etwa ‚güterverkehrseffizientes Flächennutzungskonzept‘. Die für das Konzept vorgeschlagenen Planungsschritte ähneln den herkömmlichen Schritten für die Erstellung von Plankonzepten:

- Lokale Bedingungen verstehen (analog Analyseteil)
- Identifikation von Prioritäten und Chancen (analog Formulierung von Zielen)
- Auswahl von Maßnahmen
- Akteursbeteiligung als dauerhaft parallele Aufgabe.

Neben den Schritten des Planungsprozesses ist ein Kernergebnis des Projektes der **Vorschlag allgemein gültiger, planerisch favorisierter Standorte für die Verortung von Logistikimmobilien** in einem typischen Verdichtungsraum im Zusammenhang mit den Einrichtungen, die logistische Dienstleistungen nutzen (z. B. Einzelhandel). Es stellt somit die theoretische Grundlage für das von der MKRO (2022) vorgeschlagene überregionale Standort- und Funktionskonzept für logistische bzw. verkehrsintensive Nutzungen dar. Diese Zuordnung basiert auf dem Stadt-Land-Transekt von Duany und Talen (2002), das ein Stadtplanungsmodell darstellt, das Anforderungen an einzusetzende Elemente des Städtebaus (wie Straßen, Flächennutzung) in städtischen Teilräumen entsprechend ihrer Entfernung zum Stadtkern definiert. Folgende Logistikimmobilien werden hier unterschieden:

- Güterverkehrs-Gateway (infrastrukturelle Eingangspunkte, an denen Güter in die betrachtete Region gelangen: Autobahnen, Häfen)
- Einrichtungen an Güterverkehrs-Gateways (u. a. KV-Terminals, Containerdepots)
- Regionale Distributionszentren
- Urbane Distributionszentren
- Metropolitane Distributionszentren

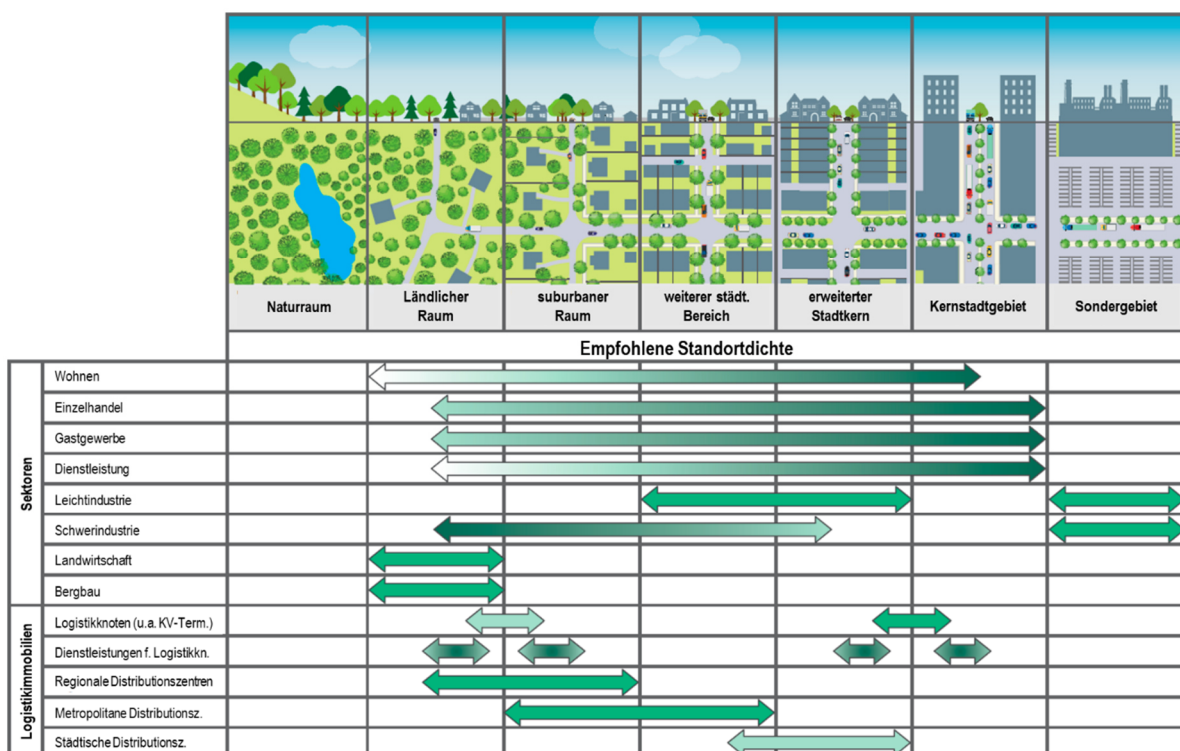


Abbildung 17: güterverkehrs-effizientes Stadt-Land-Transekteigene Darstellung nach Holguín-Veras (2022), je dunkler, desto höher die (geforderte) Dichte des jeweiligen Standorttyps

Bei der Erstellung von Plankonzepten definieren Holguin-Veras et al. (2021) folgende Aspekte, die im Zuge des Analyseteils untersucht werden sollen:

- geografische Verteilung wirtschaftlicher Aktivität und hier insb. güterverkehrsintensiver Branchen (siehe dazu Kapitel 4.1.3)
- damit verbundene Lieferketten und resultierende Güterverkehre (siehe ebenfalls Kapitel 4.1.3)
- Aspekte, die seitens Gemeinden und Wirtschaft als problematisch bewertet werden.

Auf Basis der Untersuchung der lokalen Bedingungen des Güterverkehrs sollen unter Beteiligung der Gemeinden im nächsten Schritt **Prioritäten und Chancen identifiziert** werden. Als grundlegende Fragen werden die folgenden benannt:

- (1) Welches sind die dringlichsten Güterverkehrsprobleme, die sich auf die Gemeinden und die Wirtschaft auswirken?
- (2) Was können Raumplanung und ihre Regelungen zur Lösung der ermittelten Probleme beitragen?

Dabei wird darauf hingewiesen, dass die räumlichen Auswirkungen übergeordneter wirtschaftlicher und technologischer Trends planerisch zu berücksichtigen sind. Zusätzlich wird betont, dass die für die Flächennutzungsplanung zuständigen Behörden, nicht ausschließlich die Trends kennen sollen, die ihren Zuständigkeitsbereich betreffen, sondern auch mögliche Chancen, die zum Nutzen der Allgemeinheit sind. (Holguín-Veras 2022)

Die **Auswahl der umzusetzenden Maßnahmen** soll oben formulierten Prioritäten und Chancen entsprechen. Insbesondere sollen hier Maßnahmen aus dem Bereich Flächennutzung und Verkehrsplanung gewählt werden, die komplementäre Synergien haben (Holguín-Veras 2022).

Zusätzlich werden mögliche Maßnahmen aufgelistet. Die möglichen verkehrsplanerischen Maßnahmen entsprechen im Wesentlichen denen aus Holguín-Veras (2015) (siehe dazu auch Tabelle 6). Bezüge zur US-amerikanischen Raumordnung werden ebenfalls hergestellt, indem Maßnahmen zur Steuerung der logistischen Flächennutzung vorgeschlagen werden. Als mögliche logistikflächenspezifische Maßnahmen mit regionalem Fokus, die bislang hier noch nicht dargestellt wurden und sich nicht auf US-amerikanisches Planungsrecht beziehen, werden die folgenden genannt:

- Ausrichtung/Verdichtung von Logistikstandorten auf den Stadtkern
- Reservierung von Erweiterungsflächen für bestehende Logistikstandorte
- Verlagerung großer Verkehrserzeuger

Tabelle 7: Anforderungen an den Analyseteil/Planungsprozess und Untersuchungsergebnisse

		Improving freight system performance in metrop. areas	Freight-efficient land use plans
Analyseteil Raumordnung	Raumbeobachtung der Logistik		X
	Logistikflächenbedarfsprognose		
	Eignungsuntersuchung von Flächen		(X)
Analyseteil Verkehr	Zustandsanalyse/-bewertung GV-System	X	X
	Verkehrsprognose		
Planungsprozess	smarte Ziele	X	
	Verknüpfung anderer Planwerke	X	X
	Stakeholderbeteiligung	X	X

Bei der Betrachtung der hier vorliegenden Planungsempfehlungen und deren Anforderungen an die **Analyseteile und den Planungsprozess** ist erkennbar (siehe Tabelle 7), dass die erste auf die Verkehrsplanung fokussiert. Die FELU-Pläne hingegen setzen eine integrierte Betrachtung von Raum- und Verkehrsplanung⁹ um und stellen durch die ausgewählten Maßnahmen ebenfalls Bezüge zur Raumordnung her. Insbesondere ist hier der Analyseteil hervorzuheben, für den Ansätze vorgestellt werden, mit denen die Auswirkungen der Standortstrukturen von Verkehrserzeugern auf den Güterverkehr unter Nutzung kleinräumiger Struktur modellhaft und unter darstellbarem Aufwand untersucht werden können (siehe dazu Kapitel 4.1.3).

3.6 Zwischenfazit zu den bisherigen Auswertungen

Insgesamt ist erkennbar, dass die Verankerung von Logistikstandorten in den hier untersuchten Raumordnungsplänen sich nicht von den betrachteten internationalen Beispielen unterscheidet, vielmehr zeigt sich hier die Etablierung der Sicherung von Logistikinfrastrukturstandorten. Bei der Betrachtung der informellen Konzepte und der Planungsempfehlungen ist hingegen erkennbar, dass im Ausland die Steuerung des Güterverkehrs- und seiner Standorte stärker als in Deutschland als Planungsaufgabe begriffen wird und dabei auch eine Verknüpfung der Planungsdisziplinen verfolgt wird.

3.7 Abgeleitete Anforderungen an einen Planungsprozess

Im Folgenden werden die sich aus den vorherigen Untersuchungen ergebenden Anforderungen an einen Planungsprozess für die Erarbeitung eines informellen **regionalen Güterverkehrs- und Logistikflächenkonzeptes** abgeleitet. Dies erfolgt anknüpfend an die bisherigen Empfehlungen für Verkehrsplanungsprozesse (FGSV 2018, siehe auch Abbildung 14).

⁹ Hinsichtlich des Untersuchungsaspekts *Eignungsuntersuchung von Flächen* ist jedoch zu beachten, dass diese lediglich im Rahmen einzelner Maßnahmen vorgeschlagen wird und nicht als Teil des Analyseteils vorgesehen ist.

3.7.1 Planungsinstitution

Die Untersuchungen ergeben, dass Institutionen, die gesetzlich verankerte planerische Kompetenzen auf regionaler Ebene haben (z. B. Schweizer Kantone), am geeignetsten für die Umsetzung informeller Verkehrs- und Raumplanung integrierender Güterverkehrskonzepte sind. Insb. sind hier Regionalverbände (z. B. Regionalverband RheinMain) zu nennen, die einerseits Trägerschaft der Regionalplanung besitzen und andererseits verkehrsplanerische Aufgaben haben. Sofern diese in einem Untersuchungsraum nicht existieren, sollten die jeweiligen Regionalplanungsbehörden diese Aufgabe übernehmen, denn diese haben zumindest im Hinblick auf die Sicherung von Logistikinfrastruktur bereits planerische Berührungspunkte mit dem Güterverkehr. Zusätzlich kann damit ein informelles Konzept auch in ein Handlungsprogramm münden oder vorbereitende Funktion für förmliche Planungen haben, wie dies z. B. im Kanton Bern der Fall ist.

3.7.2 Ziel des Planungsprozesses

Ziel der Erstellung eines regionalen Güterverkehrs- und Logistikkonzepts ist das Sicherstellen einer raumverträglichen und nachhaltigen Ver- und Entsorgung von Wirtschaft und Bevölkerung im jeweiligen Planungsraum.

Aufgrund der Vielzahl zu adressierender privater Akteure und möglicher Auswirkungen von auf regionaler Ebene vielfach nicht zu beeinflussenden Einflussfaktoren (z. B. Änderung internationaler Handelsstrategien aufgrund geopolitischer Erwägungen) sollte der Handlungsschwerpunkt sein, Rahmenbedingungen für handelnde (Markt-)Akteure wie z. B. Logistikimmobilien-Entwicklungsgesellschaften zu gestalten und zusätzlich – zumindest in den gestaltbaren Handlungsfeldern – Planungssicherheit herzustellen.

Das Konzept sollte möglichst Ausgangspunkt für eine dauerhafte Bearbeitung dieses Handlungsfeldes sein. Zusätzlich kann es Grundlagen für die förmliche Raumordnung liefern, indem es z. B. im Raumordnungsplan zu sichernde Logistikstandorte herausarbeitet.

3.7.3 Planungsprozess

Im Folgenden werden die für die Integration von Verkehrs- und Raumplanung notwendigen Anpassungen/Ergänzungen zum herkömmlichen Verkehrsplanungsprozess für die Erarbeitung eines regionalen Güterverkehrskonzepts diskutiert, die sich aus obigen Untersuchungen ergeben.

Ähnlich wie das Zentrale-Orte-Konzept, das einen „räumlichen Orientierungsrahmen“ u. a. für die Regionalplanung darstellt (Blotevogel 2002, S. 19), ist analog dazu ebenfalls ein Standortraumkonzept des Güterverkehrs denkbar, das wie in MKRO (2022) vorgeschlagen, als güterverkehrsspezifischer räumlicher Orientierungsrahmen für den späteren Planungsprozess fungiert – die Zentralen Orte des Güterverkehrs.

Orientierung

Die Orientierung, die gemäß FGSV (2018) laufende Aufgabe der Verkehrsplanung ist, und bei der Kenngrößen des Verkehrs laufend beobachtet werden, um Konflikte und Unverträglichkeiten frühzeitig zu erkennen, sollte entsprechend der Empfehlungen von Holguín-Veras (2022) und MKRO (2022) um die dauerhafte Raumbeobachtung von Logistikstandorten sowie großen Verkehrserzeugern im Planungsraum ergänzt werden. Aus Sicht der Regionalplanung stellt dies eine ergänzende

Schwerpunktsetzung der Raumbeobachtung dar. Teil der Raumbeobachtung sollte dabei auch die Beobachtung übergeordneter wirtschaftlicher und technologischer Trends und ihrer räumlichen Auswirkungen (derzeit z. B. der Trend zu Re-Regionalisierung) sein (dazu Holguín-Veras 2022). Dies ist nicht nur für den Güterverkehr relevant, sondern auch für die Wirtschaftsstrukturentwicklung im Planungsraum.

Analog zur städtischen Güterverkehrsplanung sollte auch die Stakeholderbeteiligung Teil der dauerhaften Planungsaufgabe sein. Dabei sollten neben den relevanten Logistikakteur*innen (verladende/empfangende Unternehmen und Speditionen) und deren regionalen Verbänden auch die Kommunen beteiligt sein. Die Zusammensetzung der eingebundenen verladenden Unternehmen sollte dabei die Wirtschaftsstruktur der güterverkehrsintensiven Branchen im Untersuchungsraum widerspiegeln. Wesentliches Erfolgskriterium ist dabei die politische und planerische Verankerung des Gremiums (für städtischen Güterverkehr dazu Bjørgen et al. 2021), d. h. das Gremium sollte in Planungsprozesse eingebunden werden.

Problemanalyse und Zielentwicklung

Die Phase der *Problemanalyse und Zielentwicklung* ist ebenfalls zu ergänzen.

Im Hinblick auf die Formulierung von *Leitbildern und Zielen* sollten hier im Sinne konsistenter Planungsziele auch die Leitbilder und Ziele räumlicher Planungen (Regionalplan) sowie zugehöriger informeller Konzepte (REK) aufgegriffen werden. Sofern diese nicht formuliert sind, können die Grundsätze der Raumordnung (§ 2 ROG, z. B. Verlagerung von Verkehr auf umweltverträglichere Verkehrsträger wie Schiene und Wasserstraße) sowie die UN-Nachhaltigkeitsziele (Vereinte Nationen o. J.) als übergeordnete Leitbilder dienen. Tabelle 8 zeigt ein beispielhaftes vorgeschlagenes Zielsystem für den Regionalverband Großraum Braunschweig, das UN-Nachhaltigkeitsziele als Leitbilder aufgreift und zusätzlich Handlungsbedarfe aus Sicht interviewter verkehrserzeugender Unternehmen, planerisch ermittelte Handlungsbedarfe sowie weitere übergeordnete Vorgaben wie die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung (Bundesregierung 2021b) berücksichtigt. Eine beispielhafte Operationalisierung der SMART-Kriterien für das Ziel *Verkehrsverlagerung ermöglichen* wäre die Erreichung eines modal split von 30 % des Schienengüterverkehrs bei Quell-/Zielverkehren der betreffenden Region bis 2030.

Tabelle 8: beispielhaftes Zielsystem für den Regionalverband Großraum Braunschweig

Zielfeld	Leitbild	Ziele
Verkehr/Resilienz	Ver- und Entsorgung mit Gütern verkehrssparsam, zuverlässig und sicher umsetzen	Zuverlässige Ver- und Entsorgung der Region (insb. von Industriestandorten/ Gewerbestandorten) ermöglichen
		Verkehrsverlagerung ermöglichen
		Transitverkehr verträglich abwickeln
		Fahrleistung einsparen
		Vision Zero erreichen
Klimaschutz/ Umwelt	Ver- und Entsorgung mit Gütern klima- und umweltverträglich umsetzen	Einsparung von Klimagasen (CO ₂)
		Minimierung von Lärmimmissionen und Luftschadstoffen
Raumverträglichkeit	Ver- und Entsorgung mit Gütern raumverträglich umsetzen	Umfeldverträglichkeit von (zukünftigen) Verkehrserzeugern sicherstellen
		Flächenverbrauch minimieren
Wirtschaftlichkeit	Ver- und Entsorgung mit Gütern wirtschaftlich umsetzen	Planungssicherheit für Unternehmen schaffen
		Akzeptanz von Güterverkehr erhöhen
		Arbeitskräftemangel entgegenwirken

Bei der Zustandsanalyse sollten einerseits Probleme aus Sicht der Planung (z. B. Verkehrsbelastung sensibler Bereiche) und andererseits Probleme seitens der relevanten Logistikakteur*innen (z. B. fehlende Konsistenz von Lieferzeitfenstern) identifiziert werden. Zusätzlich sollten in dieser Phase auch bewusst Akteur*innen, deren Handeln primär von der Raumordnung beeinflusst wird, z. B. Logistikimmobilien-Entwicklungsgesellschaften, miteinbezogen werden.

Um für eine spätere Auswahl geeigneter Standorte einen Ansatzpunkt für den erwarteten Flächenbedarf zu haben, sollten hierbei ebenfalls die Logistikflächenbedarfe prognostiziert werden, wie dies in Leenen et al. (2009) umgesetzt wurde. Dies kann zusätzlich unter Einbeziehung der Logistikimmobilien-Entwicklungsgesellschaften geschehen.

Sofern ein Verkehrsmodell für den Güterverkehr nicht vorhanden ist, können analog zu Holguín-Veras (2022) anhand der Untersuchung der geografischen Verteilung der wirtschaftlichen Aktivität im Zuge der Raumbeobachtung mit Fokus auf güterverkehrsintensive Branchen die damit verbundenen Lieferketten sowie die resultierenden Güterverkehre abgeschätzt werden.

Maßnahmenuntersuchung

Im Zuge der Maßnahmenuntersuchung sollten daran anknüpfend insb. die Maßnahmen untersucht und ausgewählt werden, die auch von der jeweiligen Planungsbehörde umgesetzt werden können. Entsprechend sollten insbesondere Maßnahmen aus den folgenden Kategorien ausgewählt werden (Gesamtübersicht siehe Tabelle 4):

- Infrastrukturmanagement (u. a. Weiterentwicklung bestehender KV-Terminals)
- Verkehrsmanagement (u. a. LKW-Routenführung)
- Akteursbeteiligung (u. a. regelmäßige Güterverkehrsrunden)
- Logistikflächen (u. a. standortscharfe Standortsteuerung)

Dabei sollten mögliche Wechselwirkungen von raum- und verkehrsplanerischen Maßnahmen berücksichtigt werden (dazu Holguín-Veras 2022). Eine Abschätzung der Maßnahmenwirkungen im Rahmen von Szenariobetrachtungen in einem Verkehrsmodell ist hierbei ratsam.

Angesichts fehlender regionaler Kompetenzen im Bereich der Verkehrsplanung ist bei den auszuwählenden Maßnahmen insb. die Übernahme **koordinativer interkommunaler Aufgaben** eine Handlungsoption. Beim Handlungsfeld Verkehrsmanagement sind z. B. die Harmonisierung kommunaler straßenverkehrsrechtlicher Vorgaben (z. B. Lieferzeitfenster), wie sie für die Île-de-France vorgeschlagen werden (Région Île-de-France 2014) sowie die straßenbaulast- und verkehrsträgerübergreifende Baustellenkoordination (vorgeschlagen als Maßnahme in Regionalverband FrankfurtRheinMain 2023) denkbar. Beim Handlungsfeld Infrastrukturmanagement ist die Ausweisung eines regionalen Verkehrsnetzes nach den RIN zu nennen, mit dem auf Basis der Zentralen Orte des Güterverkehrs auch eine Integration von Verkehrsnetzen und güterverkehrsintensiven Standorten geleistet werden kann.

Im Hinblick auf raumplanerische Maßnahmen ist insb. die Sicherung potenzieller Logistikflächen und die Sicherung/Weiterentwicklung von Logistikinfrastruktur zu erwähnen, die bislang in der Hälfte der hier untersuchten Regionalpläne umgesetzt wird und deren flächendeckende Anwendung aufgrund der Bedeutung der Logistik für den Flächenverbrauch und als Grundlage für die Umsetzung der Verkehrswende im Güterverkehr hohe Bedeutung für die Erreichung von Nachhaltigkeitszielen hat (Vallée 2012; Wagner 2009).

Bei der Erstellung des Handlungskonzeptes sollte analog zu den Schweizer Konzepten von der Planungsinstitution ein eigenes Handlungsprogramm erstellt werden, das genaue Angaben hinsichtlich Zeitraum und Zuständigkeit für die einzelnen Maßnahmen macht.

Umsetzung

Im Rahmen der Umsetzung ergibt sich insb. dann eine Ergänzung zum herkömmlichen Planungsprozess, wenn mit der Planungsinstitution auch eine Einrichtung zur Wirtschaftsförderung verbunden ist. Dann kann bei der Entwicklung von Logistikstandorten der von Vallée (2012) geforderte Ansatz umgesetzt werden, auch die Ansiedlungspolitik im Sinne von Regionalentwicklung zu beeinflussen. Darüber hinaus entsprechen die Maßnahmen denen der Phase der Orientierung. Zusätzlich sollten die bereits umgesetzten Maßnahmen evaluiert werden.

Auf Grundlage des hier dargestellten Konzepts können ebenfalls neben der etablierten Sicherung von Logistikinfrastruktur ermittelte raumverträgliche Logistikpotenzialflächen förmlich in Raumordnungsplänen gesichert werden. Falls dies nicht möglich ist, z. B. aufgrund fehlender politischer Durchsetzbarkeit, können die in diesem Konzept erarbeiteten Gunststandorte als planerische Grundlage der Regionalplanungsbehörde bei späteren Stellungnahmen zu Standortentwicklungen (z. B. Änderungen von Bebauungsplänen) dienen. Planerisch wünschenswert ist ebenfalls eine Verankerung der Zentralen Orte des Güterverkehrs in förmlichen Raumordnungsplänen, wie sie in Ansätzen bereits im Landkreis Emsland mit der Definition zentralörtlicher Teilfunktionen umgesetzt wird. Dies kann als förmliche Verankerung der Verkehrsnetzentwicklung nach RIN dienen und zusätzlich zur möglichen Sicherung einzelner

Logistikpotenzialflächen der Lenkung von Logistikansiedlungen in als raumverträglich bewerteten Gemeinden dienen. Weitere Erläuterungen hierzu finden sich in Kapitel 5.

Abbildung 18 zeigt zusammenfassend den angepassten Planungsprozess.

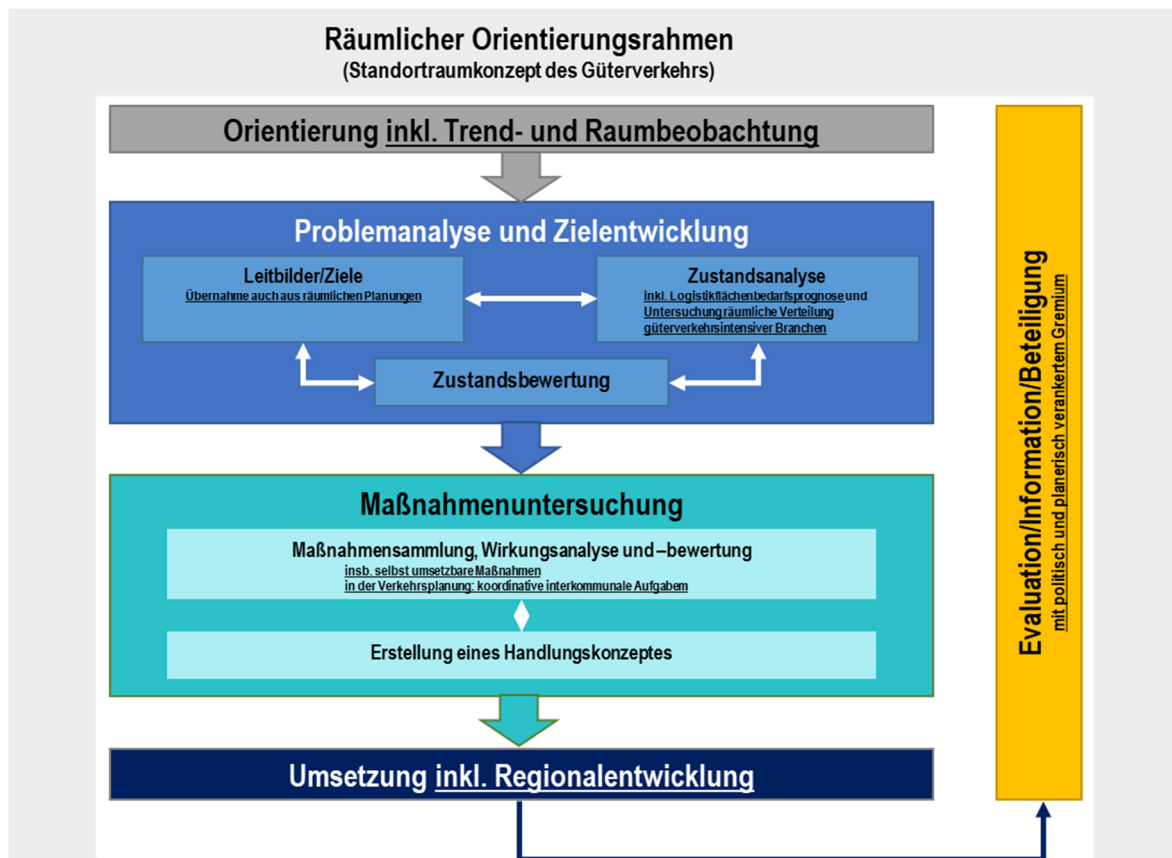


Abbildung 18: vorgeschlagener Ablauf von regionalen Güterverkehrs- und Logistikflächenkonzepten, veränderte Darstellung basierend auf FGSV (2018) und Leerkamp et al. (2020)

Im weiteren Teil dieser Arbeit soll es nun darum gehen, einzelne Elemente dieses Planungsprozesses beispielhaft anzuwenden. Dies sind die **Raubeobachtung** als Teil der Zustandsanalyse (Kapitel 4), die Klassifizierung **Zentraler Orte des Güterverkehrs** als räumlicher Orientierungsrahmen (Kapitel 5) sowie die **Qualifizierung geeigneter Logistikstandorte** als zentrale Maßnahme (Kapitel 6).

4 Raumb Beobachtung der Logistik

Das grundlegende Element des Planungsprozesses als Teil der Orientierung ist wie bisher herausgearbeitet die *Raumb Beobachtung*. An dieser Stelle soll, wie auch in MKRO (2022) vorgeschlagen, der Fokus auf Logistikimmobilien gelegt werden. Dies lässt sich u. a. mit deren höherer Standortmobilität im Vergleich zu anderen Verkehrserzeugern wie Industriestandorten, die höheren regulatorischen Anforderungen unterliegen (z. B. Chemieparks), begründen.

Zunächst wird eine Übersicht über genutzte Methoden und genutzte Datengrundlagen von Untersuchungsansätzen von Raumstrukturen der Logistik dargestellt; danach werden deren Ergebnisse u. a. im Hinblick auf die Bedeutung von Standortfaktoren zusammengefasst. Darauf wird eine beispielhafte Untersuchung am Beispiel der Metropolregion Rheinland durchgeführt, bei der kleinräumig Logistikstandorte unter Berücksichtigung erreichbarkeitsbezogener Standortfaktoren untersucht werden, mit dem Ziel die regionale Bedeutung von in der Literatur genannten Standortfaktoren validieren zu können. Abschließend wird zusätzlich ein deskriptiver Ansatz zur Untersuchung von Logistikstandortentwicklungen im Zeitablauf angewendet.

4.1 Methoden zur Raumb Beobachtung der Logistik

Zur Beschreibung und Analyse der Raumstrukturen der Logistik liegen in der Literatur umfangreiche Ansätze mit sehr unterschiedlichen Methoden vor. Die größte Gemeinsamkeit aller hier betrachteten Ansätze ist, dass der Fokus auf Logistikimmobilien liegt und weitere Verkehrserzeuger i. d. R. nicht betrachtet werden.

Im Folgenden wird zunächst ein Überblick über die umgesetzte Ermittlung von Literatur sowie die in der recherchierten Literatur genutzten Datengrundlagen und Methoden zur Untersuchung von Raumstrukturen der Logistik gegeben.

4.1.1 Ermittlung von Forschungsansätzen

Zur Sammlung der betrachteten Ansätze wurden die bereits bestehende Auflistungen aus Holl und Mariotti (2018) verwendet, zusätzlich wurden neuere Ansätze bzw. dort bislang nicht berücksichtigte Ansätze selbst recherchiert. Dies betrifft z. B. deutschsprachige Ansätze. Zur Identifizierung relevanter Literatur wurde sich vereinfacht an dem Vorgehen von Aljohani und Thompson (2016) orientiert und researchgate als eine relevante Publikationsdatenbank nach relevanten Schlagworten (*logistics facilities*, *logistics sprawl*, *logistics land use*, *logistics locations*, *Logistikimmobilien*) durchsucht.

Beim vorgestellten Beitrag von Holguín-Veras (2022) handelt es sich um einen Leitfaden, der Erarbeitungsschritte für güterverkehrseffiziente Flächennutzungskonzepte vorschlägt und lediglich beispielhaft anwendet. Dieser wurde bereits in Kapitel 3.5.3 detailliert untersucht. Daher werden für diesen nur die verwendeten Datengrundlagen und Methoden vorgestellt. In Anhang 1 findet sich eine Übersicht der hier dargestellten Ansätze.

Die in der recherchierten Literatur verwendeten Methoden zur Beschreibung von Raumstrukturen der Logistik lassen sich grob in Methoden der **beschreibenden Statistik** sowie **multivariate Verfahren** einteilen.

4.1.2 Genutzte Datengrundlagen

Bei den bislang vorliegenden Analysen kann im Wesentlichen unterschieden werden nach

- Unternehmens-/Beschäftigtendaten
- Daten zur Bautätigkeit/zum Immobilienhandel
- Verhaltensdaten
- den Aufbau eigener Datenbanken.

Zusätzlich gibt es noch Sonderfälle, wie die Verwendung von GPS-Tracks. Abgesehen von einzelnen wenigen Studien wie Jaller et al. (2022) oder Busch (2013) findet meist keine Zusammenführung von Daten statt.

Unternehmens-/Beschäftigtendaten

Unternehmens-/Beschäftigtendaten geben Aufschluss über logistikspezifische Unternehmen oder Beschäftigung in einer kleinteiligen Gebietseinheit. Die Abgrenzung zur Logistik erfolgt in der Regel über die Klassifikation der wirtschaftlichen Tätigkeit. Die Klassifikation ist mit der NACE europaweit einheitlich geregelt.

Jaller et al. (2022) legen für Untersuchungen in Südkalifornien die US-Amerikanischen *Zip Code Business Patterns (ZBP)* zugrunde, die Angaben auf Ebene auf Postleitzahlbezirke zur Anzahl von Firmen und Beschäftigung (hier NAICS 493: Warehousing and Storage; vergleichbar mit WZ 52.1) zwischen 1998 und 2016 liefern. Holguín-Veras (2022) nutzt dieselbe Datengrundlage, greift jedoch zusätzlich auf eine Einteilung aller Wirtschaftszweige in güterverkehrs- und dienstleistungsintensive Sektoren (Holguín-Veras et al. 2016) zurück (siehe dazu Tabelle 9).

Tabelle 9: Klassifizierung von Wirtschaftszweigen nach Güterverkehrsintensität (Holguín-Veras et al. 2016), vereinfachte Übertragung auf europäisches WZ-System mithilfe von Destatis (2008) und United States Census Bureau (2023)

güterverkehrsintensive Sektoren									
NAICS	11	21	22	23	31-33	42	44-45	48-49	72
WZ	A	B	D/E	F	C	46	47	H	I
Name	Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei, Jagd	Bergbau, Steinbrüche, Öl- und Gasgewinnung	Energieversorgung, Wasserversorgung	Baugewerbe	prod. Gewerbe	Großhandel	Einzelhandel	Verkehr und Lagerei	Gastgewerbe
dienstleistungsintensive Sektoren									
NAICS	51	52	53	54	55	56	61/62	71	81/91
WZ	J	K	L	M	70	N/37-38	P/Q	R	S/O
Name	Information und Kommunikation	Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	Grundstücks- und Wohnungswesen	Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen	Verwaltung und Führung von Unternehmen	Verwaltungs- und Unterstützungsdienste sowie Abfallentsorgung und Beseitigung von Altlasten	Erziehung und Unterricht/ Gesundheits- und Sozialwesen	Kunst, Unterhaltung und Erholung	andere Dienstleistungen/ öffentliche Verwaltung

Klaunberg und Krause Cauduro (2020) sowie Heitz et al. (2017) legen für ihre Untersuchungen in Berlin/Brandenburg bzw. den Metropolregionen Paris und Randstad jeweils auf Gemeindeebene

aggregierte Unternehmenszahlen der NACE-Kategorie 52.1 (Lagererei) zu Grunde. Heitz und Beziat (2016) ergänzen ihre Daten aus dem Unternehmensregister für Paketdienste (NACE-Kategorien 52.29 und 53.20.) zusätzlich um Interviews mit Paketdienstleistern, da ersichtlich ist, dass sich aus den Daten nur ein Teil der Logistikimmobilien von Paketdienstleistern identifizieren lässt.

Busch (2013) macht sich zusätzlich zu Nutze, dass es in der Beschäftigtenstatistik neben der Zuordnung von Beschäftigten zu einem Wirtschaftszweig zusätzlich ebenfalls Angaben zur ausgeübten Tätigkeit nach der Klassifikation der Berufe (dazu z. B. Bundesagentur für Arbeit 2020) gibt. Er nutzt hierbei die Berufsgruppe 513 „Lagerwirtschaft, Post und Zustellung sowie Güterumschlag“ und fragt zusätzlich deren Beschäftigtenzahl nach unterschiedlichen WZ-Aggregaten an (u. a. Handel (WZ G), Verkehr und Lagererei (WZ 49-52), KEP (WZ 53)). Aufgrund der Anonymisierungsregeln sind derartige Anfragen in Deutschland nur auf Ebene der Kreise und kreisfreien Städte (NUTS 3) anwendbar. Aus Sicht der Planung wäre eine kleinteiligere Auswertung auf Gemeindeebene ebenfalls hilfreich, um auf dieser Grundlage später eine regionalplanerische Steuerung von Logistikansiedlungen durchführen und monitoren zu können. Die Information über konkrete einzelne Standorte wäre ebenfalls wünschenswert, denn so kann erst die kleinräumige Raumwirksamkeit (z. B. auf angrenzende Nutzungen) bestehender Logistikstandorte ermittelt werden.

Verhaltensdaten

Sakai et al. (2015) nutzen in ihrer Untersuchung eine Güterverkehrsbefragung der Metropolregion von Tokio aus dem Jahr 2003, bei u. a. 4.109 Antworten, (dabei 2.803 Antworten mit $>400 \text{ m}^2$ Grundfläche) von Unternehmen, die Logistikimmobilien nutzen, enthalten sind. Der Vorteil ist hierbei, dass neben Strukturdaten der jeweiligen Logistikimmobilien auch logistische Verhaltensdaten abgefragt und somit auch reale Verkehrsbeziehungen abgebildet werden können. Im Rahmen der Erhebung wurden Daten über die jeweiligen Unternehmen erfragt:

- Errichtungsjahr
- beförderte Tonnen
- erzeugte Lkw-Fahrten
- umgeschlagene Waren
- Herkunfts- und Bestimmungsort der Sendungen.

Holguín-Veras (2022) greift auf wirtschaftszweigspezifische Kennziffern zur LKW-Fahrterzeugung von Holguín-Veras et al. (2016) zurück, die diese Kennziffern für mehrere US-amerikanische Metropolregionen erhoben haben.

Daten zur Bautätigkeit/Immobilienhandel

Eine weitere Möglichkeit, insbesondere für die Betrachtung von zeitlichen Verläufen, ist die Verwendung von Transaktionsdaten im Immobilienhandel bzw. die Betrachtung der Bautätigkeit von Logistikimmobilien.

Jaller et al. (2022) machen ersteres: sie betrachten Transaktionsdaten für Gewerbeimmobilien in Südkalifornien zwischen 1989 und 2018. Diese sind u. a. typisiert nach Lagergebäude und Distribution.

Busch (2013) und Kretzschmar et al. (2021) analysieren die Bautätigkeit bei Logistikimmobilien, in dem sie fertiggestellte Warenlagergebäude in der Baufertigstellungsstatistik, die Teil der Bautätigkeitsstatistik ist, betrachten. Die wesentliche Herausforderung ist dabei, dass sich die Identifizierung von Warenlagergebäuden abhängig von der jeweilig zuständigen Landes-Statistikbehörde unterscheidet (Busch 2013). Des Weiteren entspricht der gemeldete Zeitpunkt der Gebäudefertigstellung vielfach nicht dem realen, sondern es kommt vielfach zu zeitlichen Meldeverzögerungen (Kretzschmar et al. 2021), wodurch Ungenauigkeiten erzeugt werden.

Aufbau einer eigenen Datenbank

Heitz et al. (2019) bauen eine eigene Datenbank von Logistikstandorten für die Metropolregion Paris auf. Sie begründen dies u. a. damit, dass allein von der Zuordnung zum Wirtschaftszweig keine klare Zuordnung zum jeweiligen Logistiksegment ableitbar ist. Als Grundlage nutzen sie einen Datensatz, der mit dem deutschen Unternehmensregister vergleichbar ist sowie eine Liste großer französischer Lagergebäude (*Répertoire des Entrepôts*). Konkrete Gebäude werden mit Luft- und Straßenbildern validiert. Zusätzlich werden händisch Gebiete, bei denen Logistiknutzungen zu erwarten sind, abgesucht und hierbei Luftbilder und Plandokumente gesichtet. Die identifizierten Gebäude werden geocodiert und um weitere Informationen angereichert. Dazu gehören:

- die Funktion der betrachteten Logistikimmobilie
- der Typ von Logistikunternehmen, der die betrachtete Logistikimmobilie betreibt
- die dort verarbeiteten/umgeschlagenen Güter (spezifisch (Getränke, Lebensmittel, Ausrüstung), generisch (u. a. Pakete, Stückgut))
- Ziele der verarbeiteten/umgeschlagenen Güter (Haushalte, Firmen nach Branchen)

Sonderfall: GPS-Tracks realer Fahrten

Als ein Effekt des oben beschriebenen logistics sprawl wird die steigende Fahrleistung genannt. Daten realer Fahrten von/zu Logistikimmobilien können bei einer Betrachtung über den Zeitverlauf dazu dienen, diesen vielfach diskutierten Effekt empirisch zu untersuchen. Bislang gibt es hierzu nur sehr wenige Untersuchungen.

Trent und Joubert (2022) nutzen hierfür GPS-Tracks von etwa 16.000 für den Wirtschaftsverkehr (1-2% der gesamten Flotte) genutzten Fahrzeugen in Südafrika in den Jahren 2010 bis 2014, die Fahrten in den Metropolregionen Gauteng, Cape Town sowie eThekweni abbilden.

Zusätzliche Sekundärdaten

Im Zusammenhang mit der Untersuchung von Raumstrukturen der Logistik werden vielfach weitere Daten verwendet. Diese umfassen im Wesentlichen:

- Soziodemografische Daten (umfasst bei Jaller et al. 2022 z. B. Bevölkerung, Medianalter, Anteil weißer Bevölkerung, Median-Haushaltseinkommen, Median-Hauswert, ÖPNV-Nutzende)
- Daten zu güterverkehrsrelevanter Infrastruktur (Standorte von KV-Terminals bei Jaller et al. 2022)
- Flächennutzung (ausgewiesene Gewerbeflächen bei Sakai et al. 2020)

Jaller et al. (2022) greifen zusätzlich auf einen Umwelt-Index auf Ebene von US-amerikanischen Postleitzahlbezirken zurück, der Indizes zur Umweltverschmutzung (Exposition und Umwelteffekte) sowie zu Bevölkerungsmerkmalen (u. a. sozioökonomische Faktoren) auf der Ebene von Zensusbezirken in Kalifornien kombiniert.

4.1.3 Methoden der beschreibenden Statistik

Aufgabe der beschreibenden Statistik ist die „statistische [...] Beschreibung von Massensachverhalten in Zahlen“ (Meißner 2004) Dies dient u. a. dazu, einen „systematischen und umfassenden Überblick zu erhalten [...] [sowie] charakteristische Aspekte [...] möglichst kompakt auszudrücken.“ (ebd.) Hierunter fallen u.a. Methoden der Geostatistik, der Ökonometrie sowie Korrelationsverfahren.

Geostatistik

Aufgrund des Raumbezugs der durchzuführenden Analysen werden geostatistische Methoden in der Literatur vielfältig genutzt. Hierzu gehören zentrografische Analysen, Kerndichteschätzungen, Distanzberechnungen sowie Verfahren zur Untersuchung der räumlichen Autokorrelation.

Insbesondere bei der Untersuchung von Raumstrukturen der Logistik in monozentrischen Metropolregionen werden **zentrografische Analysen** durchgeführt. Die Metropolregion Paris ist in diesem Zusammenhang Gegenstand zahlreicher Untersuchungen (u. a. Dabanc und Rakotonarivo 2010; Heitz und Beziat 2016; Heitz et al. 2017). Eine vielfach eingesetzte Methode ist hierbei die Berechnung des distanzgewichteten geografischen Mittelpunkts (Baryzentrum) der jeweils betrachteten Logistikstandorte. Dieser wird meist für mehrere Zeitpunkte berechnet. Die Entwicklung der durchschnittlichen Distanz zwischen dem Baryzentrum und den betrachteten Logistikstandorten dient als Maß für das Ausmaß der ggf. vorhandenen Wanderung der Logistikstandorte. Heitz et al. (2017) berechnen dies beispielsweise für die Metropolregion Paris und die Randstad. Heitz und Beziat (2016) berechnen des Weiteren die nach der Beschäftigtenzahl der Unternehmensstandorte gewichtete Standardabweichungsellipse. Diese stellt nach O’Sullivan und Unwin (2010) die Standardabweichung vom geografischen Mittelpunkt dar. Holguín-Veras (2022) ermitteln das wirtschaftliche Zentrum von Metropolregionen und berechnen in Abhängigkeit der Distanz zu diesem die Firmendichte von güterverkehrs- und dienstleistungsintensiven Firmen. Unter Rückgriff auf Fahrerzeugungskennziffern aus Holguín-Veras et al. (2016) wird zusätzlich auch die räumliche Verteilung des Güterverkehrsaufkommens einer Metropolregion in Abhängigkeit zur Entfernung des wirtschaftlichen Zentrum berechnet (ebd.).

Nach O’Sullivan und Unwin (2010) beinhaltet das Konzept der **Kerndichteschätzung (KDE)**, dass die betrachteten Objekte an jedem Punkt im betrachteten Untersuchungsraum eine Dichte aufweisen und nicht nur dort, wo sich das jeweilige Objekt befindet. Diese Dichte wird so geschätzt, dass die Anzahl der Ereignisse in einem Raum gezählt wird, der auf den Ort zentriert ist, an dem die Schätzung vorgenommen werden soll. Dementsprechend stellt der KDE einen Ansatz dar, bei dem Punktoobjekte zu einem Feld von Dichteschätzungen transformiert werden. Diese Methode wird z. B. von Klauenberg und Krause Cauduro (2020) für die Region Berlin-Brandenburg für Unternehmensstandorte der WZ-Kategorie 52.1 auf Gemeindeebene angewendet und zusätzlich um die Beschäftigtenzahl gewichtet.

Aus planerischer Perspektive und vor dem Hintergrund der Flächensparziele ist die Flächeninspruchnahme von Logistikimmobilien von Relevanz. Kretzschmar et al. (2021) verwenden dazu die Bautätigkeitsstatistik für Jahr 2000-2016, die Angaben zur Nutzfläche fertiggestellter Gebäude macht und führen eine **Hochrechnung der Bodennutzung von Warenlagergebäuden** durch. Um von der Nutzfläche auf die in Anspruch genommene Fläche der Warenlagergebäude zu kommen, wird zunächst auf Basis von Objektdaten des Baukosteninformationszentrums Deutscher Architektenkammern die Bruttogrundfläche modellhaft ermittelt. Zur dann folgenden Berechnung der in Anspruch genommenen Flächen werden für acht Landkreise in Nordrhein-Westfalen und Mecklenburg-Vorpommern, die die vier siedlungsstrukturellen Kreistypen des BBSR abbilden, die dort vorhandenen Warenlagergebäude (aus den Hausumringen¹⁰) mit den jeweils von diesen belegten Flurstücken aus dem Amtlichen Liegenschaftskatastersystem (ALKIS) überlagert.

Aufgrund der verkehrlichen Auswirkungen der Raumstrukturen sind **Distanzberechnungen** Kernbestandteil der Analysen. Hierbei ist zu unterscheiden nach der Berechnung euklidischer Distanz und der Ermittlung real fahrbarer Routen im Straßennetz. Sakai et al. (2015) berechnet auf Basis von Güterströmen zwischen Logistikimmobilien innerhalb der Metropolregion Tokio die durchschnittliche Sendungsdistanz mittels der euklidischen Distanz. Zusätzlich wird das Median-Zentrum anhand der Distanzen zwischen Quellen und Zielen berechnet, als Proxy für den optimalen Standort. Holl und Mariotti (2018) berechnen u. a. für alle betrachteten Logistikimmobilien die Routen und damit die Fahrdistanz zum jeweils nächsten Autobahnanschluss. Holguín-Veras (2022) schlägt als Untersuchungsansatz für Lieferketten und daraus resultierende Güterverkehre auf Ebene von Regionen einen modellhaften Ansatz vor, mit dem die räumliche Entfernung zwischen den wichtigsten Stufen der Lieferketten untersucht wird. Die Standorte werden den oben beschriebenen US-amerikanischen *Zip Code Business Patterns* entnommen, die kleinräumige Unternehmensdaten bereitstellen. Folgende Stufen der Lieferketten werden unterschieden:

1. Logistiknoten (u. a. KV-Terminals, Seehäfen, Flughäfen) zu Clustern großer Firmen (z. B. Produktionsstätten, Vertriebszentren, Lagerhäuser und große Einzelhändler)
2. Cluster von Herstellern (produzierendes Gewerbe) zu Clustern von Distributeuren (Großhandel)
3. Cluster von Herstellern (produzierendes Gewerbe) zu Clustern von Empfängern (u. a. Einzelhandel, Gastronomie)
4. Cluster von Distributeuren (Großhandel) zu Clustern von Empfängern (u. a. Einzelhandel, Gastronomie)

Auf Basis dieser Berechnungen können auch Auswirkungen von großen Standortverlagerungen auf die Fahrleistung vereinfacht berechnet werden (Holguín-Veras 2022). Eine derartige Berechnung ist

¹⁰ Hausumringe sind georeferenzierte Polygone von Grundrissen aller Gebäude aus dem offiziellen Liegenschaftskataster. Seit Juni 2024 werden diese verpflichtend von allen Bundesländern bereitgestellt. Eine stichprobenartige Auswertung für die Flächenländer zeigt, dass lediglich in einzelnen Bundesländern eine so detaillierte Differenzierung der Gebäudfunktion vorliegt, dass aus dem Datensatz Logistikimmobilien identifiziert werden können.

angesichts fehlender kleinräumiger Kartierungen der realen Nutzung in Deutschland nur in einzelnen Regionen (z. B. im Ruhrgebiet mit *ruhrAGIS*) möglich.

Räumliche Autokorrelation ist ein Anwendungsbereich der räumlichen Statistik. Nach Cliff und Ord (1970) wird dabei die räumliche Autokorrelation definiert als: „Wenn das Vorhandensein einer bestimmten Größe in einem Bezirk ihr Vorhandensein in benachbarten Bezirken (Stichprobeneinheiten) wahrscheinlicher oder unwahrscheinlicher macht, sagen wir, dass das Phänomen eine räumliche Autokorrelation aufweist.“ Es wird unterschieden in lokale und globale Maße räumlicher Autokorrelation (O’Sullivan und Unwin 2010).

Das **Moran’s I** Maß ist ein Maß für die **globale räumliche Autokorrelation** und stellt eine gewichtete Korrelation dar, wobei die räumlichen Entfernungen die Gewichte darstellen (Kirilenko 2022). Es misst dabei die Autokorrelation über einen gesamten betrachteten Bereich (ebd.), ist also ein globales Maß. Nach O’Sullivan und Unwin (2010) liegen im Fall positiver Autokorrelation, also bei räumlicher Konzentration des betrachteten Attributes, die meisten Paare benachbarter Orte auf der gleichen Seite des Mittelwerts und gleichzeitig hat der Moran’s I einen positiven Wert. Jaller et al. (2022) verwenden diesen, um Erkenntnisse über Standortverlagerungen sowie -konzentrationen von Logistikimmobilien im Untersuchungsgebiet im Zeitverlauf vergleichen zu können, berechnen diesen für mehrere Jahre und betrachten ihn über den Zeitverlauf.

Die **Hot-Spot-Analyse nach Getis und Ord (1992)** ist im Gegensatz dazu ein Maß für **lokale räumliche Autokorrelation**, d. h. es wird für jedes Untersuchungsobjekt einzeln berechnet. Diese ermöglicht die Ermittlung lokaler Konzentrationen hoher oder niedriger Werte eines Attributes (O’Sullivan und Unwin 2010). Für jedes Objekt i wird dabei der Wert G_i berechnet, der den Anteil der Summe aller Attributwerte (z. B. Logistikbeschäftigung) darstellt, der auf die (in einer festzulegenden Distanz befindlichen) Nachbarn des Objekts i entfällt. Entsprechend wird G_i bei Objekten hoch sein, bei denen sich hohe Werte häufen (Getis und Ord 1992). Beim leicht abgewandelten G_i^* wird zusätzlich der Werte des Objekt i selbst mit in die Betrachtung einbezogen (ebd.). Wesentliches Ergebnis ist der z -Score (entspricht der z -Transformation), der die Differenz zwischen berechnetem G_i und (unter Annahme einer Normalverteilung) erwarteten G_i ins Verhältnis zur Standardabweichung des berechneten G setzt (ebd.). Ein hoher Z -Score-Wert zeigt an, dass sich große Werte des betrachteten Attributes um den betrachteten Ort konzentrieren (ebd.). Dieser ist zusätzlich auf statistische Signifikanz zu testen (ebd.). Busch (2013) ermittelt hiermit z. B. Hot-Spots in der räumlichen Verteilung der Logistikbeschäftigten.

Typologieentwicklungen

Ein weitere Methode ist die Entwicklung eigener Typologien. Dies geschieht sowohl für Logistikimmobilien als auch für Gemeinden.

Heitz et al. (2019) entwickeln auf Basis ihrer selbst aufgebauten Logistikimmobiliendatenbank eine **Typologie von Logistikimmobilien** mit 20 resultierenden Klassen. Hierbei wird anhand folgender Aspekte unterschieden:

- die Funktion der betrachteten Logistikimmobilie
- der Typ von Logistikunternehmen, der die betrachtete Logistikimmobilie betreibt

- die dort verarbeiteten/umgeschlagenen Güter (spezifisch Getränke, Lebensmittel, Ausrüstung), generisch (u. a. Pakete, Stückgut)
- Ziele der verarbeiteten/umgeschlagenen Güter (Haushalte, Firmen nach Branchen)

Unter Verwendung der Anzahl von Unternehmensniederlassungen der NACE-Kategorie 52.1 (Lagererei) und der Bevölkerungsdichte auf Gemeindeebene (Randstad) bzw. Wahlkreise (Ile-de-France) werden von Heitz et al. (2017) jeweils Quartile berechnet und daraus die folgenden vier **Gemeindeprofile** aggregiert:

- A: Logistik in dichtbesiedelten Gebieten: hohe Bevölkerungsdichte, hohe Anzahl Logistikfirmen
- B: Logistik in Vororten: geringe Bevölkerungsdichte, hohe Anzahl Logistikfirmen
- C: Wohnzonen: hohe Bevölkerungsdichte, geringe Anzahl Logistikfirmen
- D: ländliche Gebiete: geringe Bevölkerungsdichte, geringe Anzahl Logistikfirmen

Ökonometrie

Ökonometrie bezeichnet die quantitative Untersuchung wirtschaftlicher Zusammenhänge mit statistischen Methoden. Bezogen auf die Untersuchung von Raumstrukturen der Logistik werden v. a. Beschäftigtendaten ausgewertet.

Dazu werden **Ungleichverteilungsmaße** verwendet, die in der Ökonometrie sonst insb. für die Untersuchung der Vermögensverteilung verwendet werden. Busch (2013) ermittelt den Gini-Koeffizienten zur räumlichen Konzentration der Logistikbeschäftigung auf NUTS 3-Ebene sowie der Baufertigstellungen von Warenlagergebäuden und ihre Entwicklung im Zeitverlauf.

van den Heuvel et al. (2013b) verknüpfen die **absolute und relative Konzentration von Logistikbeschäftigung** zur Ermittlung von Beschäftigungsklustern. Als Grundlage verwenden sie die niederländischen vierstelligen Postleitzahlbereiche, die jeweils 10 km² groß sind. Das Verfahren ist detailliert in van den Heuvel et al. (2011) beschrieben. Für die Berechnung der relativen Konzentration wird der Lokalisationsquotient verwendet. Dieser misst die räumliche Konzentration der Logistik in einer Raumeinheit relativ zum Gesamtbetrachtungsraum. Die absolute Konzentration der Logistikbeschäftigung wird über die absolute Beschäftigtenzahl berechnet. Die Ermittlung erfolgt über die Setzung von Schwellenwerten und Verschmelzung angrenzender Konzentrationsräume. Das Verfahren erfolgt dabei dreistufig. Im ersten Schritt werden diejenigen Gebiete gefiltert, bei denen die Logistikbeschäftigung sowohl überdurchschnittlich im Hinblick auf den relativen Anteil an der Logistikbeschäftigung (Lokalisationsquotient ≥ 1), als auch im Hinblick auf die absolute Beschäftigung ist. Im zweiten Schritt werden angrenzende Gebiete miteinander verschmolzen und Beschäftigtenzahl und Lokalisationsquotient neu berechnet. Im dritten Schritt werden neue Schwellenwerte gesetzt, z. B. ein Lokalisationsquotient von 2 und das 90 %-Quantil für die Beschäftigtenzahl (siehe dazu weitergehend Kapitel 5.3.3).

Korrelationsverfahren

„Die Korrelationsanalyse dient der Ermittlung der Stärke und teilweise auch der Richtung des Zusammenhangs zwischen zwei sachlich sinnvoll in Beziehung stehenden Merkmalen [...]. Operationalisiert und quantifiziert werden diese Beziehungsaspekte typischerweise durch Korrelationskoeffizienten“ (Meißner 2004). Die gebräuchlichsten Korrelationskoeffizienten sind dabei

der Korrelationskoeffizient nach Bravias und Pearson sowie der Korrelationskoeffizient nach Spearman (auch Rangkorrelationskoeffizient). Ersterer setzt die Kovarianz (gemeinsame Varianz von zwei Variablen) ins Verhältnis zu den Standardabweichungen der beiden betrachteten Variablen und ist nur für metrische Variablen geeignet (Kohn und Öztürk 2022). Der Korrelationskoeffizient nach Spearman (auch Rangkorrelationskoeffizient) lässt hingegen auch rang- oder ordinalskalierte Variablen zu (Sachs 2004).

Nach Cohen (1988) lässt sich die Effektstärke dieser beiden Korrelationskoeffizienten folgendermaßen einteilen:

- Der Betrag des Korrelationskoeffizienten von 0,10 entspricht einem **schwachen** Effekt
- Der Betrag des Korrelationskoeffizienten von 0,30 entspricht einem **mittleren** Effekt
- Der Betrag des Korrelationskoeffizienten von 0,50 entspricht einem **starken** Effekt.

Die ermittelten Korrelationen sind zusätzlich auf Signifikanz zu testen.

van den Heuvel et al. (2014) nutzen beispielsweise den Korrelationskoeffizienten nach Bravais und Pearson um paarweise Korrelationen u. a. für US-Counties zwischen Logistikbeschäftigung, Bevölkerungsanzahl sowie zur Erreichbarkeit von Infrastruktureinrichtungen zu berechnen. Busch (2013) nutzt ebenfalls beide Korrelationskoeffizienten, u. a. um mögliche Zusammenhänge zwischen dem Volumen fertiggestellter Logistikimmobilien und verschiedenen Merkmalen (z. B. Qualität der Autobahnanbindung) zu ermitteln.

4.1.4 Multivariate Verfahren

Multivariate Verfahren sind „Verfahren der statistischen Datenanalyse [...], die mehrere Variablen simultan betrachten und den Zusammenhang zwischen diesen Variablen quantitativ analysieren.“ (Backhaus et al. 2018) Unterschieden wird hierbei in *Struktur-prüfende Verfahren*, die primär dazu dienen, Zusammenhänge zwischen Variablen zu überprüfen sowie in *Struktur-entdeckende Verfahren*, die primär der Entdeckung von Zusammenhängen zwischen Variablen dienen (ebd.).

Struktur-prüfende Verfahren

Struktur-prüfende Verfahren dienen wie beschrieben v. a. Kausalanalysen. Zur Beschreibung von Raumstrukturen der Logistik werden lineare und logistische Regressionen sowie ökonometrische Modelle eingesetzt.

Die **Regressionsanalyse** dient der Beschreibung und Erklärung von Zusammenhängen und der Durchführung von Prognosen (Backhaus et al. 2018). In der Literatur wird zur Untersuchung der Raumstrukturen der Logistik u. a. die lineare Regression verwendet.

Die **lineare Regression** basiert auf der Methode der kleinsten Quadrate und wird dann verwendet, wenn davon auszugehen ist, dass zwischen zwei betrachteten Größen ein linearer Zusammenhang vorliegt (Meißner 2004). Jaller et al. (2022) verwenden diese, um zeitliche Veränderungen bei der Transaktion von Lagergebäuden im Hinblick auf die Größe verkauften Gebäude sowie ihrer Luftlinienentfernung zum Zentrum der jeweiligen Metropolregion zu betrachten.

Bei der **logistischen Regression** „wird die Wahrscheinlichkeit der Zugehörigkeit zu einer Gruppe (einer Kategorie der abhängigen Variablen) in Abhängigkeit von einer oder mehreren unabhängigen

Variablen bestimmt. Besitzt die abhängige Variable nur zwei Ausprägungen, so wird eine Binär-logistische Regression durchgeführt. Besitzt die abhängige Variable hingegen ein nominales Skalenniveau und hat dabei 3 und mehr Ausprägungen, so wird eine multinomiale logistische Regression durchgeführt.“ (Backhaus et al. 2018) Zur Schätzung der logistischen Funktion wird das sogenannte Maximum-Likelihood-Schätzverfahren eingesetzt (ML-Schätzer; Stoetzer 2020). Dabei werden diejenigen Koeffizientenwerte (Logits) gesucht, bei denen die Wahrscheinlichkeit maximiert wird, die in der Stichprobe beobachteten Werte zu erhalten (ebd.). Für eine einfachere Interpretation werden anstelle der Koeffizienten zusätzlich die Chancenverhältnisse (*odds ratios*) angegeben, also das Verhältnis zwischen dem Eintreten eines Ereignisses (=Zugehörigkeit zu einer Gruppe) und dem Nicht-Eintreten eines Ereignisses.

Jaller et al. (2022) verwenden die **binär logistische Regression**, um anhand der odds ratios diejenigen Faktoren zu ermitteln, die dazu beitragen, dass Logistikimmobilien im umweltbelasteten Postleitzahlbezirken gekauft werden. U. a. wird hier nach dem Typen der Logistikimmobilien (u.a. Kühllager, Distribution) unterschieden.

Sakai et al. (2020) verwenden die **multinomiale logistische Regression**, um die Standortwahl von gebauten Logistikimmobilien auf einem Rastergitter mit 1 km Kantenlänge im Großraum Paris zu modellieren, und somit vorhersagen zu können, in welchen Gitterzellen potenziell neue Ansiedlungen stattfinden werden. Hierbei werden u.a. folgende Variablen verwendet:

- Anteil an ausgewiesenen Gewerbeflächen am betrachteten Standort
- Anteil an ausgewiesenen Logistikflächen, die nicht Teil ausgewiesener Gewerbeflächen sind
- Anzahl an Arbeitsplätzen im Bereich Großhandel im Umkreis von 3 km um den jeweils betrachteten Standort
- Bevölkerungsdichte der Gemeinde, in der sich der betrachtete Standort befindet
- Distanz zur nächsten Autobahnauffahrt (km)

Darüber hinaus verwenden Jaller et al. (2022) und Holl und Mariotti (2018) **ökonometrische Modelle**, um zu ermitteln, welche Faktoren die Ansiedlung von Logistikunternehmen auf Gemeindeebene beeinflussen. Dazu verwenden sie *zero-inflated negative binomial* (ZINB) Modelle. Diese werden genutzt für seltene Ereignisse, bei denen es zu einer hohen Zahl von Null-Ereignissen und damit zu einer Überdispersion in der abhängigen Variable kommt, d.h. die Varianz übersteigt den Mittelwert und verletzt daher die Bedingungen der Poisson-Verteilung¹¹ (Saputro et al. 2021). Die ZINB stellt eine zweistufige Regression dar, bei der ein binäres Logitmodell mit einem negativen Binomialmodell¹² kombiniert wird (Jaller et al. 2022). Das binäre Logitmodell dient dabei der Identifizierung von Gemeinden, in denen sicher keine Firmen zu finden sind. Das negative Binomialmodell dient dann

¹¹ Dient der Modellierung von Ergebnissen, die innerhalb eines festgelegten Rahmens (Zeitspanne bzw. auf einer Fläche) auftreten. Die Zufallsvariablen sind hierbei ausschließlich natürlich und Erwartungswert und Varianz stimmen überein (Rumsey 2016; Klemm 2002).

¹² Im Unterschied zur Poissonverteilung wird bei der Binomialverteilung nicht ein Rahmen festgelegt, in dem Ereignisse gezählt werden, sondern die Zahl der Versuche begrenzt (Rumsey 2016). Beiden Verteilungen ist gemeinsam, dass alle Ereignisse/Versuche unabhängig voneinander sind. (ebd.). Die negative Binomialverteilung hingegen gibt an, wie viele Versuche notwendig sind, um eine vorgegebene Anzahl von Erfolgen zu erreichen (Kunath 2022).

der Schätzung der Anzahl an Logistikstandorten in den Gemeinden, in denen nicht-sicher keine Firmen zu finden sind (Holl und Mariotti 2018).

Struktur-entdeckende Verfahren

Struktur-entdeckende Verfahren dienen wie bereits dargestellt primär der Entdeckung von Zusammenhängen zwischen Variablen (ebd.). Ein in der Literatur zur Beschreibung von Raumstrukturen der Logistik verwendeter Ansatz stellt die Clusteranalyse dar.

Ziel der **Clusteranalyse** ist häufig, „solche Untersuchungsobjekte zu Gruppen (Cluster) zusammenzufassen, die im Hinblick auf die betrachteten Eigenschaften oder Merkmale als möglichst homogen zu bezeichnen sind. Gleichzeitig sollten die Gruppen untereinander eine möglichst große Heterogenität aufweisen, d. h. möglichst unähnlich sein“ (Backhaus et al. 2018).

Nach Backhaus et al. (2018) besteht die Clusteranalyse aus drei Schritten:

1. Bestimmung der Ähnlichkeiten,
2. Auswahl des Fusionierungsalgorithmus,
3. Bestimmung der Clusteranzahl.

Heitz et al. (2019) nutzen die Clusteranalyse, um versch. Logistikstandorttypen zu gruppieren. Dabei wird ein hierarchisches Verfahren der Clusteranalyse verwendet, genauer ein agglomerativer („zusammenfassender“) Algorithmus und hierbei im Speziellen das *Zentroid*-Verfahren. Dieses kennzeichnet, dass „[d]er Abstand zwischen zwei Clustern [...] der Abstand zwischen den beiden mittleren Vektoren der Cluster [ist]. In jeder Phase des Prozesses werden die beiden Cluster kombiniert, die den geringsten Schwerpunktabstand aufweisen.“ (PennState Eberly College of Science o. J.). Zum Ausschluss korrelierter Daten wurden zuvor die Ausgangsvariablen mit einer Hauptkomponentenanalyse auf unabhängige Faktoren verdichtet, zwischen denen keine Korrelation besteht (Heitz et al. 2019; Backhaus et al. 2018). Auf deren Basis kann dann die Clusteranalyse durchgeführt werden (Backhaus et al. 2018).

4.1.5 Sonderfall: Betrachtung von GPS-Spuren

Trent und Joubert (2022) nutzen für die Überprüfung der Effekte des logistics sprawl GPS-Tracks von LKWs. Aus den GPS-Tracks identifizieren sie nach einem Verfahren nach Joubert und Axhausen 2011 Aktivitätsketten (Stopps < 300 Minuten kleinere Aktivitäten wie Be- und Entladen, Stopps > 300 Minuten Übernachten). Zusätzlich werden Logistikimmobilien über räumliche dichte-basierte Cluster dieser identifizierten kleineren Aktivitäten nach Joubert und Meintjes (2015) ermittelt. Im Ergebnis wird nach den gesamtgefahrenen Kilometern der betrachteten Fahrzeuge, nach Lage in Metropolregion (in/außen) sowie ausschließlicher Touren in der Metropolregion selbst unterschieden. Zusätzlich wird auf Basis der identifizierten Stopps („kleinere Aktivitäten“) die Stoppdichte berechnet.

4.1.6 Fazit

Die genutzten Datengrundlagen sind sehr vielfältig. Insbesondere zeigt sich, dass die Erhebung spezifischer Logistiksegmente von Logistikimmobilien, wie sie auch von MKRO (2022) gefordert wird, nur durch Primärerhebung in Form händischer Recherche oder durch Befragungen zu erheben ist. Des Weiteren ist bei den genutzten Methoden zu festzustellen, dass für deren Anwendung –

unabhängig von deren Komplexität – meist kleinräumige Daten benötigt werden, die in Deutschland wie beschrieben zumindest bislang u. a. aufgrund umfangreicher Anonymisierungen nur in geringem Umfang vorhanden sind. Auch für die umzusetzenden Planungsaufgaben (siehe dazu Kapitel 3.7) sind ebenfalls kleinräumige Daten vonnöten. Denn nur auf dieser Grundlage können später eine regionalplanerische Steuerung von Logistikansiedlungen durchgeführt und überwacht werden sowie die Raumverträglichkeit von Logistikstandorten auch auf kleinräumiger Ebene bewertet werden.

Zur handbaren Abbildung der relevanten Raumstrukturen für die Planung sollten mit GIS-Programmen einfach umsetzbare deskriptive Methoden aus der Geostatistik und der Ökonometrie verwendet werden. Auf Gemeindeebene bieten sich dazu Beschäftigtendaten getrennt nach relevanten WZ sowie auf Kreisebene ebenfalls Beschäftigtendaten an, die neben dem WZ zusätzlich nach der Klassifizierung der Berufe (Berufsgruppe 513 „Lagerwirtschaft, Post und Zustellung sowie Güterumschlag“) differenziert sind, sodass logistik-relevante Beschäftigte auch innerhalb verkehrserzeugender Branchen (wie Handel oder Industrie) identifiziert werden können. Mit diesen Daten können Beschäftigungsschwerpunkte der Logistikbeschäftigung ermittelt werden, indem die absolute und relative Konzentration der Beschäftigung nach van den Heuvel et al. (2011) angewendet wird.

Für die kleinräumige Identifizierung von Logistikimmobilien und die Abschätzung ihrer Flächeninanspruchnahme können die Hausumringe genutzt werden; sofern diese so differenziert sind, dass aus ihnen Logistikimmobilien identifiziert werden können. Wünschenswert wäre weiterhin eine Vollerhebung der realen Nutzung analog zu ruhrAGIS, denn damit können zum Einen alle weiteren verkehrserzeugenden Betriebe identifiziert sowie ihre Flächeninanspruchnahme ermittelt werden und zum Anderen mit Distanzberechnungen modellhafte Fahrleistungsabschätzungen zwischen Stufen der Lieferketten durchgeführt werden. Distanzberechnungen sind zusätzlich hilfreich, um z. B. Defiziträume hinsichtlich der Erschließung durch KV-Terminals zu ermitteln.

Mit einer Befragung, wie sie in der Metropolregion Tokio durchgeführt wird, können detaillierte Informationen über Logistikimmobilien gewonnen werden, wenn keine kleinräumigen Daten vorliegen. Zusätzlich ist sie für den weiteren Planungsprozess von großem Interesse, da neben kleinräumigen Informationen zur jeweiligen Logistikimmobilie und ihres jeweiligen Logistiksegments auch Informationen zum Logistikverhalten einzelner Unternehmen gewonnen werden. Dazu gehören:

- Sendungsgrößen
- Sendungsfrequenzen
- Verkehrsträgerwahl
- Verkehrsverflechtungen

4.2 Ergebnisse empirischer Untersuchungen zu den Raumstrukturen der Logistik

Im Folgenden soll ein Überblick über die Ergebnisse bestehender empirischer Untersuchungen im Hinblick auf ermittelte Raumstrukturen sowie die Bedeutung unterschiedlicher Standortfaktoren gegeben werden. Dies dient dazu, einen Überblick über die empirische Bedeutung von Standortfaktoren bei der Ansiedlung von Logistikimmobilien zu geben, der relevant für die spätere

Flächenbewertung ist (siehe Kapitel 6). Der Überblick über die ermittelten Raumstrukturen der Logistik dient dazu, die Ergebnisse der später durchgeführten eigenen Untersuchungen einordnen zu können (siehe Kapitel 4.3).

Insbesondere der *logistics sprawl* ist Gegenstand vielfältiger Untersuchungen, bei denen die Raumstrukturen der Logistik untersucht werden. Für eine detaillierte Übersicht über die Literatur zur empirischen Untersuchung von Raumstrukturen der Logistik wird auf Anhang 1 verwiesen.

4.2.1 Ermittelte Raumstrukturen der Logistik

In diesem Abschnitt wird zunächst auf ermittelte Raumstrukturen der Logistik eingegangen, in der Literatur unterschieden nach verschiedenen räumlichen Aggregatsebenen. Denn die Aggregationsebene hat – wie bei allen raumbezogenen Untersuchungen – einen erheblichen Einfluss auf die Ergebnisse.

National

Bei den nationalen Untersuchungen liegen vor allem Ergebnisse zur Bedeutung der Ballungsräume sowie der Infrastrukturanbindung von Logistikimmobilien vor.

Busch (2013) kommt bei der Betrachtung der Fertigstellung von Warenlagergebäuden zum Ergebnis, dass zwischen etwa 1985 und Mitte der 1990er Jahre „eine Verlagerung weg von den Agglomerationsräumen hin zu eher peripher gelegenen Räumen stattgefunden hat. Danach ist bis 2010 ein Wiederanstieg des Anteils der Bautätigkeit im Bereich der Warenlagergebäude in den Ballungsräumen zu beobachten.“ Auch im Hinblick auf die Logistikbeschäftigten finden zwischen 1999 und 2010 die höchsten absoluten Zuwächse in den wachsenden Branchenbereichen (u. a. Logistikdienstleistungen und KEP) in den Ballungsräumen statt. Darüber hinaus zeigt er, dass sich Konzentrationen von Logistikimmobilien in gut angebundenen Regionen (Autobahn und KV-Terminal) finden. Dies deckt sich mit dem Trend der **Konzentration der Logistik in Metropolregionen**.

Holl und Mariotti (2018) kommen für zwischen den Jahren 2002 und 2007 in Spanien neu gegründete Logistikunternehmen zu dem Ergebnis, dass sich diese zunehmend in Vororten ansiedeln sowie an gut angebundenen peripheren Lagen, während die eigentlichen Ballungsraumzentren als Logistikstandort eher an Bedeutung verlieren. Busch (2013) ermittelt für fertiggestellte Warenlagergebäude im suburbanen und ländlichen Raum zumindest einen leichten Bedeutungsgewinn für die Autobahnerreichbarkeit. Auch Kretzschmar et al. (2021) kommt zu einem ähnlichen Ergebnis: Bei der Fertigstellung von Warenlagergebäuden zwischen 2000 und 2015 „zeigt sich ein klarer Fokus auf kleine, peripher gelegene Gemeinden entlang der Autobahn sowie Gemeinden im unmittelbaren Umfeld großer Agglomerationen.“ Eine Aussage im Hinblick auf *logistics sprawl* lässt sich hieraus angesichts fehlender Angaben zur Entwicklung der Entfernung zum Ballungskern jedoch nicht ableiten. Generell ist eine sehr starke räumliche Konzentration der Bautätigkeit auszumachen, denn 50 % der in Anspruch genommenen Flächen für neu errichtete Warenlagergebäude konzentrieren sich auf lediglich 1,8 % der Gemeinden (ebd.).

Kretzschmar et al. (2021) befassen sich darüber hinaus mit der Größe der Warenlagergebäude und kommen zu dem Ergebnis, dass die durchschnittliche Nutzfläche zwischen 2000 und 2015 von 6.600 m² auf 9.000 m², also um etwa 36 % gestiegen ist. Das Größenwachstum ist im Wesentlichen auf den Dienstleistungssektor (u. a. Handel, Logistikunternehmen) zurückzuführen (ebd.).

Megaregion

Die Megaregion wird lediglich in Heitz und Dabanc (2015) untersucht.

Dabei werden die Standorte von Unternehmen der NACE-Abteilung 52 in der Megaregion Pariser Becken untersucht, die nicht nur die Kernregion Île-de-France umfasst, sondern auch die sie umgebenden Regionen. Es zeigt sich, dass in den Jahren 2000 bis 2012 neben einem Anstieg der Zahl von Logistikimmobilien innerhalb der Kernregion eine Wanderung der Unternehmen in Richtung des Ballungsraumrandes, also **logistics sprawl** festzustellen ist, während gleichzeitig bei Betrachtung der Megaregion beobachtbar ist, dass eine Konzentration von Unternehmen außerhalb der Kernregion, jedoch in unmittelbarer Nähe der Außengrenzen vorliegt. Es existiert also eine Gleichzeitigkeit zentrifugaler und zentripetaler Prozesse. Aus Sicht der Autoren sind die zentripetalen Prozesse durch die metropolitane Anziehungskraft von Paris zu erklären und bestätigen den in Hesse (2008) beschriebenen Trend der **Konzentration von Logistik in den Metropolregionen**.

(Metropol-)Region

Die regionale bzw. metropolitane Ebene ist diejenige räumliche Aggregatsebene, in der die meisten Untersuchungen vorliegen.

Klaunberg und Krause Cauduro (2020) kommen zu dem Ergebnis, dass Hotspots von Unternehmen der Lagerei (WZ 52.1) im Jahr 2013 in der Metropolregion Berlin-Brandenburg in brandenburgischen Vororten zu finden sind. Die Autoren ziehen daher die Schlussfolgerung, dass es sich hierbei um **Clusterbildung der Logistik in suburbanen Räumen** (siehe auch Teil C in Abbildung 9) handelt.

Heitz et al. (2017) kommen hingegen für selbige Unternehmen für den Zeitraum 2004 bis 2012 zum Ergebnis, dass in der Agglomeration Paris eine **Suburbanisierung der Logistik** feststellbar ist (siehe auch Teil B in Abbildung 9). Zusätzlich stellen Heitz et al. (2017) für die niederländische Metropolregion Randstad fest, dass für Unternehmen der Lagerei in den Jahren 2007 und 2013 dicht-besiedelte Gemeinden die wichtigsten Standorte darstellen. Sie nennen dies **Intensivierung der Logistik**. Als ein Erklärungsansatz werden Maßnahmen der öffentlichen Hand wie z. B. die Formulierung einer gesamtmetropolitanen Entwicklungsstrategie genannt.

Dabanc et al. (2014) verwenden vergleichbare Daten auf Postleitzahlebene für die Großräume Los Angeles und Seattle und kommen für Los Angeles zum Ergebnis, dass eine Wanderung der Lagerhäuser im Zeitraum 1998-2009 auszumachen ist, also **logistics sprawl** vorliegt. Die betrachteten Unternehmensstandorte sind im Schnitt 6 Meilen nach außen gewandert. In Seattle ist dies dagegen nicht beobachtbar. Dies dürfte aber auch auf die topographische Besonderheit des Umlands (Seenlandschaft) zurückzuführen sein. Sakai et al. (2015) stellen für die Metropolregion Tokio und einen deutlich größeren Zeitraum fest, dass jüngst errichtete Logistikimmobilien weiter weg von der Kernstadt liegen; sie weisen also ebenfalls **logistics sprawl** nach. Logistikimmobilien, die vor 1981 errichtet wurden (26,2 km), liegen im Durchschnitt 6,4 km näher als solche, die zwischen 1991 und 2003 errichtet wurden (32,6 km).

van den Heuvel et al. (2013b) ermitteln, dass für die Logistikbranche in der niederländischen Provinz Brabant in den Jahren 1996 bis 2009 Gebiete mit regionaler, sowohl absoluter als auch relativer Beschäftigungskonzentration (AREC-Gebiete) festzustellen sind – also **logistische Clusterbildung** vorliegt. Die so ermittelten Regionen beinhalten im Durchschnitt 31 % der Logistikbeschäftigung der

Region, machen jedoch nur 8 % der insgesamt betrachteten Postleitzahlgebiete aus. Diese AREC-Gebiete sind robust und wachsen über die Zeit, sowohl durch wachsenden Anteil der Beschäftigung als auch indem angrenzende Gebiete ebenfalls Teil des Clusters werden. Es ist weiterhin ersichtlich, dass sich große Logistikunternehmen häufig in diesen Gebieten ansiedeln und bei Standortverlagerungen innerhalb einer Region das Ziel der Verlagerung häufig ein AREC-Gebiet ist.

Jaller et al. (2022) untersuchen mehrere Metropolregionen in Kalifornien. Lediglich bei einer der betrachteten Metropolregionen (Südkalifornien) ist im Betrachtungszeitraum (1998-2016) eine steigende Entfernung zwischen dem geometrischen Zentrum der betrachteten Logistikimmobilien und dem Kernstadtzentrum (hier: Los Angeles) – also **logistics sprawl** – zu betrachten. Dies ist insb. auf große Logistikimmobilien zurückzuführen, bei denen eine Wanderung in suburbane Räumen erkennbar ist. Hinsichtlich kleiner Logistikimmobilien lässt sich feststellen, dass die Nachfrage in Kernstadtlagen (v. a. Los Angeles) zugenommen hat (2000-2018), so dass hier auch der beschriebene Trend der **Nahbereichslogistik** identifiziert werden kann. In drei der vier betrachteten Regionen ist darüber hinaus erkennbar, dass Logistikimmobilien und dabei insb. verkehrsintensive, eine hohe Wahrscheinlichkeit haben sich in benachteiligten Bevölkerungsgruppen (mit hoher Umweltverschmutzung und einem hohen Anteil einkommensschwacher Bevölkerungsgruppen) anzusiedeln.

Logistiksegmentspezifische Betrachtung

Auf regionaler Ebene und im Spezifischen in Paris gibt es darüber hinaus Arbeiten, die sich mit der räumlichen Verteilung unterschiedlicher Logistiksegmente im Raum beschäftigen.

Heitz und Beziat (2016) untersuchen die Raumstruktur von Unternehmen der Logistik und vergleichen diese mit der Paketbranche. Sie kommen zum Ergebnis, dass Unternehmen der Paketbranche öfter in dichteren Gebieten ansässig sind, als Unternehmen anderer Wirtschaftszweige der Logistik. Zurückgeführt wird dies u. a. auf die Standorttreue historischer Marktteilnehmer in der Paketbranche (u. a. Tochter- bzw. Nachfolgeunternehmen der französischen Post), die die historisch gewachsenen, zentralen Standorte nutzen. Als weiterer Grund wird angegeben, dass Subunternehmer für die Letzte-Meile-Belieferung (z. B. mit Lastenrädern) in zentralen und dichtbesiedelten Gebieten anzutreffen sind.

Heitz et al. (2019) kommen zum Ergebnis, dass sich 50 % ihrer identifizierten Logistikimmobilien in lediglich 10 % der Metropolregion Paris befinden. Auf Basis von 20 unterschiedlichen spezifischen Logistikimmobilientypen und der räumlichen Verteilung der zugehörigen Logistikimmobilien identifizieren sie mittels Clusteranalyse vier Profile von Logistikimmobilien (siehe Tabelle 10). Zu Profil A wird dabei die Hypothese aufgestellt, dass dieses insbesondere der Treiber für **logistics sprawl** ist. Die enthaltenen Logistikimmobilientypen dieses Profils dienen dabei nicht nur der Belieferung der Region Paris, sondern haben nationale Bedeutung. Das Profil B enthält sehr heterogene Typen und umfasst im Wesentlichen spezialisierte Logistikunternehmen, wie z. B. Kühllogistik oder industrielle Logistik. Immobilien des Profils C sind meist kleine, untereinander sehr heterogene Logistikimmobilien, die sich in dichten städtischen, zentrumsnahen Vororten befinden. Am nächsten zum Zentrum liegen Immobilien des Profils D, die der städtischen Distribution dienen. Die Profile zeigen, dass unterschiedliche Logistikimmobilientypen sich in ihren Raumstrukturen ähneln.

Insgesamt ist erkennbar, dass logistics sprawl zwar ein relevanter Trend ist, der sich auch in den regionalen Raumstrukturen der Logistik widerspiegelt. Es gibt jedoch andere relevante Entwicklungen, wie die Clusterung von Logistik im suburbanen Raum (Berlin-Brandenburg) oder sogar eine Intensivierung in den Kernbereichen (Randstad, kleine Logistikimmobilien in Los Angeles). Auf überregionaler Ebene wird v. a. die Bedeutung der Ballungsräume und Infrastrukturanbindung für Raumstrukturen der Logistik deutlich.

Tabelle 10: identifizierte Profile unterschiedlicher Logistikimmobilien nach Heitz et al. (2019)

	A	B	C	D
Durchschnittliche Bevölkerungsdichte in der jeweiligen Gemeinde [Einwohner/km ²]	2227,1	2552,1	3263	5864,5
Durchschnittliche Entfernung zum Pariser Stadtzentrum (km)	23,3	23	17,5	17,2
Durchschnittliche Beschäftigtenzahl	116	48,3	48,3	90,8
Durchschnittliche Größe der Logistikimmobilie (m²)	18.776,5	8.083,4	5.842	7.349,3
Beispielhafte Standorttypen	Hubs von Stückgutnetzwerken, Handels-distributions-zentren	Kühllogistik, Kontraktlogistik für industrielle Logistik	Depots von Stückgutnetzwerken, Lebensmittel-großhandel	Zustellbasen für Paketdienste, Getränkelogistiker

4.2.2 Folgen des logistics sprawl

Trent und Joubert (2022) liefern einen der wenigen Beiträge zur Untersuchung der Folgen von logistics sprawl. In vielen Arbeiten wird die These aufgestellt, dass logistics sprawl zu ansteigenden Fahrleistungen führt.

Trent und Joubert (2022) untersuchen in drei südafrikanischen Metropolregionen die Standortveränderungen von Logistik im Zeitablauf und kommen unter Nutzung zentrografischer Methoden zum Schluss, dass in der Metropolregion Kapstadt logistics sprawl feststellbar ist. Die Untersuchung von GPS-Tracks von Lieferfahrzeugen zwischen 2010 und 2014 ergibt, dass sich bei innerregional verlaufenden Touren die Stoppdistanz verringert. Dennoch gibt es einen Anstieg im Hinblick auf die insgesamt gefahrenen Kilometer bei diesen Touren (z. B. in Kapstadt mit 9 %). Mit Verweis auf den Rückgang der durchschnittlichen Stoppdistanz kommen die Autoren dennoch zum

Schluss, dass eine Wanderung der Logistik *nicht* automatisch zu einer Erhöhung der Fahrleistung führt.

4.2.3 Standortfaktoren

Die Raumstrukturen der Logistik sind das Ergebnis individueller Standortwahlen auf Ebene der einzelnen Logistikimmobilien. Die Kenntnis über diese hat auch für die Raum- und Verkehrsplanung große Relevanz, um Logistiksiedlungen bewerten zu können. In folgendem Abschnitt werden entsprechend Ergebnisse empirischer Untersuchungen vorgestellt, die Aussagen zu relevanten Standortfaktoren machen. Nach Onstein et al. (2020) lassen sich folgende Gruppen von Standortfaktoren für Logistikimmobilien¹³ abgrenzen, die im Zusammenhang mit der Raumstruktur stehen bzw. von der öffentlichen Hand beeinflussbar sind:

- institutionenbezogene Standortfaktoren (z. B. Flächenausweisung)
- anbindungsbezogene Standortfaktoren (z. B. Entfernung zur Autobahn)
- ressourcenbezogene Standortfaktoren (z. B. Arbeitskräfteverfügbarkeit)
- ortsbezogene Standortfaktoren (z. B. Entfernung zu Kund*innen)

Für die jeweilige Gruppe von Standortfaktoren werden auch Ergebnisse einer im Rheinland von Leerkamp et al. (2022) durchgeführten Expert*innenbefragung sowie weiterhin einer Studie von Sakai et al. (2020) vorgestellt. In letzterer wurde für fünf Kategorien von Logistikimmobilien die Standortwahl auf Basis einer Logistikstandortdatenbank mit einem multinomialen Logitmodell (Erläuterung siehe Kapitel 4.1.4) für die ganze Metropolregion Paris auf Rasterzellenebene (Kantenlänge 1 km) modelliert (Sakai et al. 2020). Die betrachteten Kategorien von Logistikimmobilien sind hierbei die folgenden:

1. Einrichtungen von Logistikunternehmen, die ausschließlich für Cross-Docking genutzt werden (z. B. Paketzentren, Abk.: LSP-CD)
2. Einrichtungen von (kleinen lokalen) Logistikunternehmen, die für Lagerung und Cross-Docking genutzt werden (LST-CD/S)
3. Einrichtung von Logistikunternehmen, die für Lagerung genutzt werden und weitere Dienstleistungen (wie Bestandsmanagement) durchführen (LSP-S)
4. Industrielle Lagereinrichtungen, zur Lagerung von Vorprodukten und produzierter Waren (MFR-D)
5. Lagereinrichtungen des Groß- und Einzelhandels zur Distribution (DISTR-S)

institutionenbezogene Standortfaktoren

Institutionenbezogene Standortfaktoren umfassen die rechtlichen und steuerlichen Rahmenbedingungen für Logistikimmobilien (Onstein et al. 2020).

Busch (2013) kommt diesbezüglich zu dem Schluss, dass ein großer Bestand ausgewiesener Gewerbe- und Industrieflächen einen signifikanten mittelstarken bis starken Zusammenhang mit der Bautätigkeit bei Logistikimmobilien hat. Auch Verhetsel et al. (2015), die in ihrer Untersuchung in

¹³ Onstein et al. 2020 konzentriert sich auf Distributionszentren, die Standortfaktoren lassen sich jedoch auch allgemein auf Logistikimmobilien übertragen.

Flandern (Belgien) große Logistikunternehmen bzw. -standorte untersuchen/befragen, betonen die Bedeutung ausgewiesener Gewerbeflächen für Logistikimmobilien. Bei Sakai et al. (2020) zeigt sich, dass allen Standortkategorien gemein ist, dass die Ausweisung als Zone für wirtschaftliche Aktivität oder als Logistikzone eine signifikante Rolle für die Ansiedlung spielt. Jakubicek und Woudsma (2011) zeigen darüber hinaus, dass auch die Höhe lokaler Steuersätze einen Einfluss auf die Ansiedlungen von Logistikimmobilien hat.

Eine Expert*innenbefragung im Rheinland, durchgeführt von Leerkamp et al. (2022), zeigt weiterhin, dass die Möglichkeit eines 24 h-Betriebs von großer Bedeutung für neue Logistikimmobilien ist (siehe auch Abbildung 19). Auch die Unternehmensfreundlichkeit von Politik/Verwaltung sowie der Zeitbedarf für Genehmigungen werden vielfach als relevante Standortfaktor angesehen.

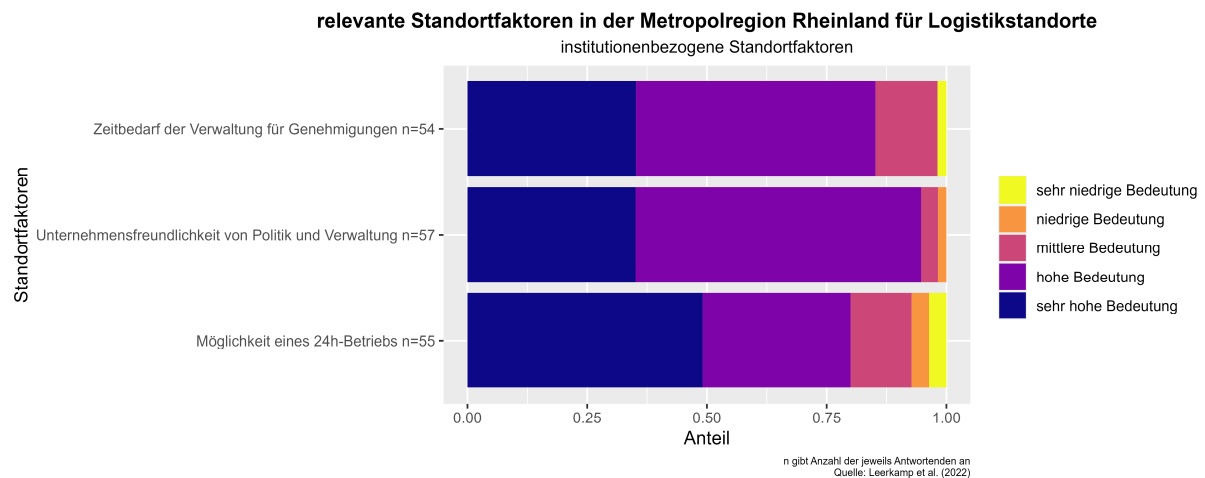


Abbildung 19: Bewertung institutionsbezogener Standortfaktoren in der Metropolregion Rheinland (Leerkamp et al. 2022)

ortsbezogene Standortfaktoren

Ortsbezogene Standortfaktoren bezeichnen diejenigen Standortfaktoren, die sich durch räumliche Nähe zur jeweiligen Logistikimmobilie auszeichnen.

Bei Sakai et al. (2020) wird als signifikanter Faktor für alle Standorttypen außer industrielle Lagereinrichtungen die Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen im Großhandel im Umkreis von 3 km rundum die Einrichtung genannt. Sakai et al. (2020) testen darüber hinaus die Erreichbarkeit der Wohnbevölkerung und von Produktionsstätten des verarbeitenden Gewerbes, jedoch konnten lediglich begrenzte Effekte nachgewiesen werden. Werden hingegen als mögliche Standorte zur Ansiedlung ausschließlich Zonen für wirtschaftliche Aktivität sowie Logistikzonen betrachtet, ist erkennbar, dass die erreichbare Bevölkerung einen signifikanten Effekt für LSP-CD, LSP-CD/S und DISTR-S hat, also für diejenigen Standorttypen von Bedeutung ist, die v. a. der Belieferung des Einzelhandels sowie von Endkund*innen dienen. Leerkamp et al. (2022) kommen zu einem ähnlichen Ergebnis, auch hier wird die Erreichbarkeit von Absatzgebieten als bedeutsamer Standortfaktor genannt; dieser hat für 75 % der Befragten mindestens hohe Bedeutung. Die Erreichbarkeit von Produktionsbetrieben hat hingegen für etwa 65 % mindestens hohe Bedeutung (siehe auch Abbildung 20).

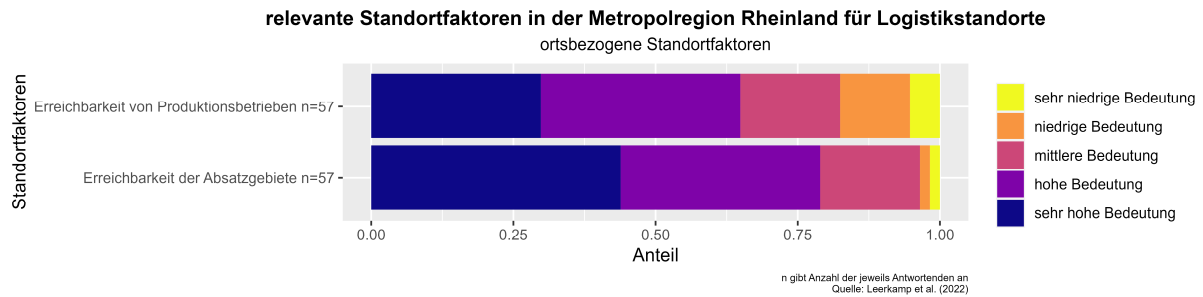


Abbildung 20: Bewertung ortsbezogener Standortfaktoren in der Metropolregion Rheinland (Leerkamp et al. 2022)

anbindungsbezogene Standortfaktoren

Anbindungsbezogene Standortfaktoren umfassen die Anbindung der Logistikimmobilien an Verkehrsinfrastruktur.

Nach Verhetsel et al. (2015) sind die Autobahnanbindung sowie die Erreichbarkeit eines Hafens von größter Bedeutung. Holl und Mariotti (2018) kommen für Spanien zu dem Ergebnis, dass Logistikstandorte näher an Autobahnen und anderen Verkehrsinfrastrukturen angesiedelt sind als andere Sektoren. Bowen (2008) ermittelt für 50 zufällig ausgewählte US-Metropolregionen ebenfalls positive Korrelationen zwischen der Neubautätigkeit für Lagerhäuser im Zeitraum 1998 bis 2005 und der Erreichbarkeit im Luft-, Straßen- und Schienenverkehr. Er stellt ebenfalls fest, dass die Erreichbarkeit durch Luft- und Straßenverkehr von größerer Bedeutung ist, als die Erreichbarkeit per Schiene, und führt dies auf die Geschwindigkeitsvorteile dieser Verkehrsträger zurück.

Busch (2013) kommt bei der bundesweiten Untersuchung der Bautätigkeit von Logistikimmobilien auf NUTS 3-Ebene zum Ergebnis, dass „der stärkste Zusammenhang im Bereich der Erreichbarkeitsmerkmale zur Qualität der Autobahnanbindung [besteht] - hier ist eine mittelstarke Korrelation festzustellen. Darüber hinaus lässt sich [...] zeigen, dass eine große Entfernung zum nächsten Autobahnanschluss, aber auch zum nächsten KV-Terminal, durchaus als Ausschlusskriterium bei der Standortsuche für Logistikimmobilien betrachtet werden kann.“

Auch bei Leerkamp et al. (2022), ist das Ergebnis, dass die Autobahnanbindung der wichtigste Standortfaktor ist (mindestens wichtig für 90 % der Befragten), während die Anbindung an weitere Verkehrsträger wie den kombinierten Verkehr (mindestens wichtig für 50 % der Befragten) oder die Schiene (mindestens wichtig für 35 % der Befragten) von deutlich geringerer Bedeutung ist. Neben der physischen Erreichbarkeit wurde hier ebenfalls die digitale Erreichbarkeit in Form einer Breitbandanbindung von über 90 % der Befragten wichtiger Standortfaktor genannt (siehe Abbildung 21).

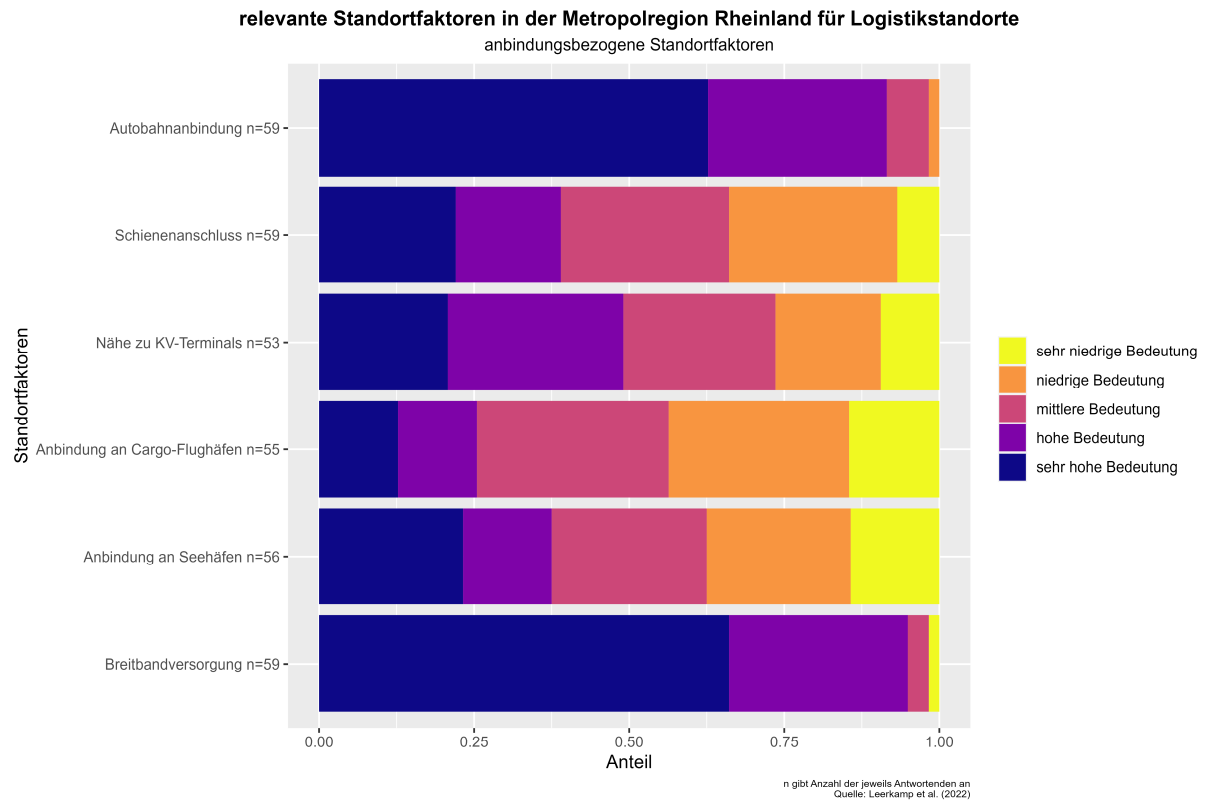


Abbildung 21: Bewertung anbindungsbezogener Standortfaktoren in der Metropolregion Rheinland (Leerkamp et al. 2022)

Sakai et al. (2020) kommen hingegen zu dem Ergebnis, dass eine möglichst kurze Entfernung zur nächsten Autobahn lediglich für DISTR-S Standorte eine signifikante Bedeutung hat.

ressourcenbezogene Standortfaktoren

Diese Gruppe umfasst alle Ressourcen, die für den Betrieb einer Logistikimmobilie benötigt werden.

Verhetsel et al. (2015) kommen in ihrer Untersuchung in Flandern (Belgien), bei der großen Logistikunternehmen bzw. -standorte untersucht/befragt wurden, zu dem Ergebnis, dass der wichtigste Standortfaktor die Grundstückskosten sind. Bei der Expert*innenbefragung im Rheinland wurden neben niedrigen Grundstückspreisen zusätzlich die Arbeitskräfteverfügbarkeit und Grundstückgröße, -topographie und -zuschnitt als relevante ressourcenbezogene Standortfaktoren genannt (Leerkamp et al. 2022). Als bedeutsamster Standortfaktor dieser Gruppe wurden jedoch Flächen mit einem konfliktfreien Umfeld sowie robusten Zufahrtswegen genannt (ebd., siehe auch Abbildung 22). Hingegen kann Busch (2013) keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der Bautätigkeit und den Bodenpreisen in Deutschland feststellen.

Die Bevölkerungsdichte in der jeweiligen Gemeinde, die von Sakai et al. (2020) u. a. als Proxy für die Bodenpreise verwendet wird, hat signifikante negative Effekte für LSP-S sowie DISTR-S und ist für alle anderen Einrichtungstypen nicht signifikant. Die signifikanten negativen Effekte für LSP-S und DISTR-S dürften darauf zurückzuführen sein, dass diese beiden Einrichtungstypen einen großen Flächenbedarf haben und somit der Bodenpreis relevanter ist.

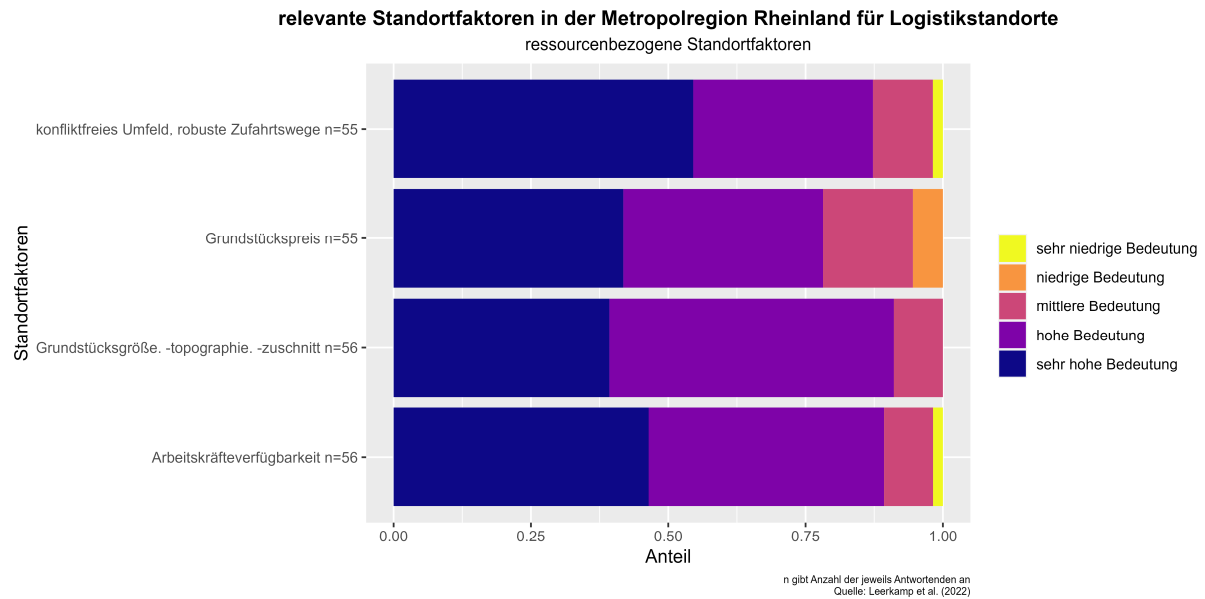


Abbildung 22: Bewertung ressourcenbezogener Standortfaktoren in der Metropolregion Rheinland (Leerkamp et al. 2022)

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Autobahnanbindung der derzeit relevanteste anbindungsbezogene Standortfaktor ist, dies zeigt sich auch in den nationalen Untersuchungen zur Raumstruktur der Logistik (siehe z. B. Kretzschmar et al. 2021). Bei den ortsbezogenen Standortfaktoren ist die Nähe zu Bevölkerungsschwerpunkten/Absatzgebieten am wichtigsten; das ist konsistent mit dem bereits oben beschriebenen Trend der Konzentration der Logistik in den Metropolregionen sowie der Typologie von Veres-Homm und Weber (2019). Bei ressourcenbezogenen Standortfaktoren wird bei den internationalen Untersuchungen sowie der Typologie von Veres-Homm und Weber (2019) insb. auf den Grundstückspreis verwiesen, der auch als einer der größten Treiber für den logistics sprawl gilt. Bei der Untersuchung im Rheinland wurde jedoch die Ressource konfliktfreier Standort als wichtiger eingeschätzt.

Bemerkenswert aus planerischer Sicht ist insbesondere die Bedeutung der regionalen Flächenausweisung bei den institutionenbezogenen Standortfaktoren, denn damit ist erkennbar, dass die Planung mit einer gezielten Ausweisung steuernd in die Ansiedlung von Logistik eingreifen kann. Abweichungen von den in Kapitel 3.2.2 genannten raumordnerischen Standortkriterien sind insb. im Hinblick auf die Anbindung an intermodale Umschlagsanlagen feststellbar. Hier zeigt sich erneut die Wichtigkeit einer Steuerung durch die Raumordnung, z. B. durch proaktive Sicherung von Standorten im Umfeld von KV-Terminals.

4.3 Eigene Untersuchungen zur Raumstruktur der Logistik

Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass es in Deutschland bisher nur wenige Studien gibt, die die Raumstrukturen der Logistik analysieren. Dies ist im Wesentlichen auf verschiedene Probleme im Zusammenhang mit der Verfügbarkeit verwendbarer Daten zurückzuführen:

- Bei Daten zur Beschäftigung gibt es vielfach umfangreiche Anonymisierungen,
- Wie bereits dargestellt, besteht bei der Bautätigkeitsstatistik die Herausforderung, dass es keine bundesweit konsistente Identifizierung von Warenlagergebäuden gibt (Busch 2013).
- Anders als beispielsweise in Frankreich und den USA gibt es keine georeferenzierten Zeitreihen zur Logistikbeschäftigung oder zu Logistikgebäuden.

Im Folgenden werden zwei Ansätze zur Beschreibung der Raumstruktur in der Metropolregion Rheinland verfolgt. Zunächst werden Logistikflächen identifiziert und somit eine aktuelle Zeitscheibe der Flächeninanspruchnahme durch Logistik erzeugt. Die so ermittelten Flächen werden unter Nutzung weiterer raumstruktureller Variablen und geostatistischer Methoden untersucht mit dem Ziel, die in der Literatur genannten Standortfaktoren für den Untersuchungsraum zu validieren. Danach wird unter Nutzung von Beschäftigtendaten ein deskriptiver Ansatz verfolgt, um über einen Zeitraum von 13 Jahren die Veränderung der Raumstruktur der Logistik identifizieren zu können.

4.3.1 Identifizierung von Logistikflächen

Die Identifizierung von Logistikflächen basiert im Wesentlichen darauf, dass Industrie- und Gewerbeflächen selektiert werden, auf denen sich Logistikgebäude befinden. Das Vorgehen basiert auf Kretzschmar et al. (2021). Dabei werden Datensätze von Industrie- und Gewerbeflächen mit Datensätzen von Logistikgebäuden verschnitten. Abbildung 23 stellt das Vorgehen zusammenfassend dar.

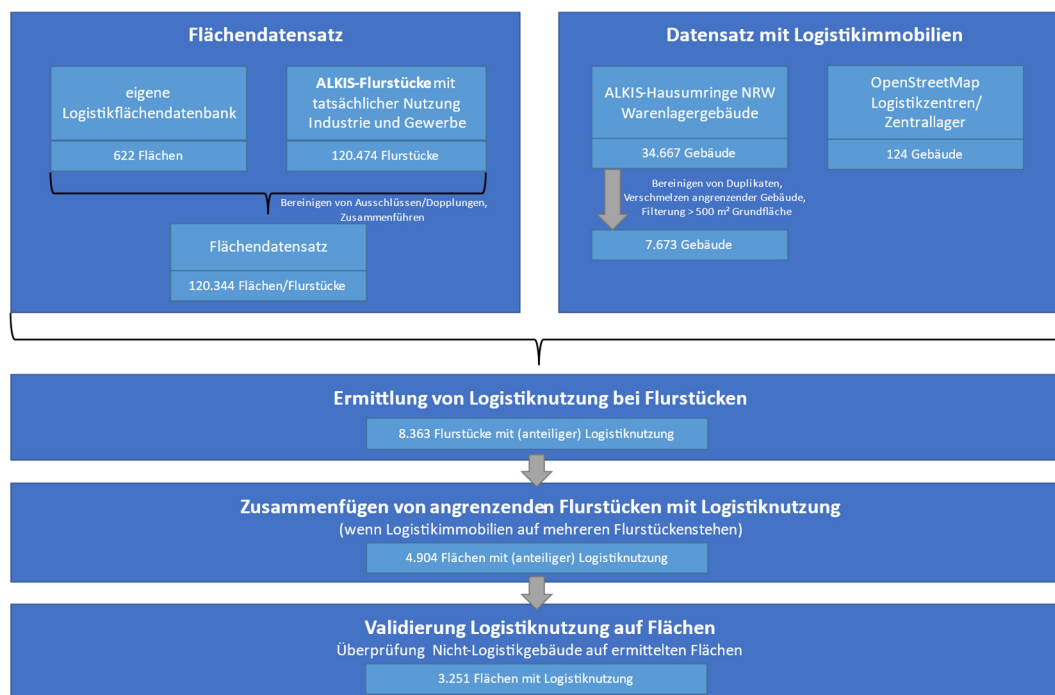


Abbildung 23: Vorgehen zu Ermittlung von Logistikflächen

Verwendete Datensätze und ihre Aufbereitung

Hinsichtlich der Flächen werden zwei Datensätze verwendet. Zum einen besteht bereits eine in Leerkamp et al. (2022) händisch recherchierte Logistikflächendatenbank, die 622 existierende Logistikflächen größer als 2 ha beinhaltet. Als Grundlage für die Identifizierung weiterer Logistikflächen werden sodann gewerblich und industriell genutzte Flurstücke vom Amtlichen Liegenschaftskataster-System ALKIS (Quelle: Geobasis NRW 2020) verwendet. Nach der Zusammenführung und Bereinigung der beiden Datensätze verbleiben 120.344 Flurstücke/Grundstücke.

Die Logistikimmobilien werden ebenfalls zwei Datensätzen entnommen. Der erste entstammt den Hausumringen (Quelle: Geobasis NRW 2021), die georeferenzierte Polygone von Grundrissen aller Gebäude aus dem offiziellen Liegenschaftskataster darstellen. Dieser Datensatz ist in NRW frei zugänglich und enthält detaillierte Informationen hinsichtlich der Funktion jedes Gebäudes, sodass Logistikgebäude identifiziert werden können.¹⁴ Bei näherer Betrachtung zeigt sich jedoch, dass die Kategorisierung der Gebäudfunktion nicht flächendeckend einheitlich ist, so dass einige Logistikgebäude nicht anhand der offiziellen Bezeichnung der Gebäudfunktion identifiziert werden können. Daher werden weitere Logistikgebäude aus OpenStreetMap extrahiert (Quelle: OpenStreetMap contributors 2021a, siehe hierzu auch Abbildung 25).¹⁵

Der erste Datensatz wird dahingehend bearbeitet, dass Duplikate entfernt, benachbarte Gebäude zusammengelegt und sehr kleine Gebäude ($< 500 \text{ m}^2$ Grundfläche¹⁶) entfernt werden. Nach der Zusammenführung der beiden Datensätze verbleiben 7.797 Logistikgebäude.

Durchführung der Identifizierung der Logistikflächen

Die weitere Identifizierung der Logistikflächen besteht aus drei Schritten:

- Der erste Schritt ist die Ermittlung von Flächen/Flurstücken, die komplett oder teilweise von Logistikimmobilien genutzt werden (siehe Teil A in Abbildung 24). Dies führt zu 8.363 Flächen/Flurstücken.
- Der zweite Schritt stellt die Vereinigung angrenzender Flurstücke dar, die mindestens teilweise durch eine Logistikimmobilie genutzt werden (siehe Teil B in Abbildung 24). Danach verbleiben 4.904 Flächen.
- Im dritten und letzten Schritt wird die Logistikknutzung für die erhaltenen Flächen, die nicht mittels eigener Recherche erhalten wurden, validiert. Dazu wird der Anteil der Gebäudegrundfläche von Logistikimmobilien an allen auf der betrachteten Fläche befindlichen Gebäude berechnet (siehe Teil C in Abbildung 24). Wenn der Anteil an Logistikimmobilien unter 75 % liegt, wird die Fläche nicht weiter betrachtet.

Im Ergebnis werden so 3.251 Logistikflächen für die weiteren Untersuchungen gewonnen.

¹⁴ Gewählte Gebäudetypen analog zu Kretzschmar et al. 2021: Vorratshaltung, Kühlhaus, Speichergebäude, Lager, Speditionsgebäude

¹⁵ Nur Gebäude berücksichtigt, die als Zentrallager oder Logistikzentrum bezeichnet werden.

¹⁶ Vorgehen erfolgt in Anlehnung an Busch 2013, der 500 m² Nutzfläche als Bagatellgrenze setzt



Abbildung 24: Schritte zur Ermittlung der Logistikflächen

Unvollständiger Datensatz

Wie bereits dargestellt, ist die Kategorisierung der Gebäudefunktion im offiziellen Datensatz nicht flächendeckend einheitlich, sodass nicht alle real existierenden Logistikimmobilien aus diesem Datensatz erzeugt werden können. Dies dürfte u. a. darauf zurückzuführen sein, dass die zugehörige Erhebung in der Zuständigkeit der Katasterbehörden liegt, deren Fokus nicht die differenzierte Betrachtung von Logistik ist.

Durch die zusätzliche Nutzung von OpenStreetMap sowie den Aufbau der eigenen Logistikflächendatenbank konnten zusätzliche Logistikflächen identifiziert werden, die unter ausschließlicher Nutzung der Hausumringe nicht identifiziert werden wären. Abbildung 25 zeigt eine beispielhafte Logistikfläche, die erst durch die Nutzung von OpenStreetMap als Logistikfläche identifiziert werden konnte. Insgesamt konnten so 455 Logistikflächen zusätzlich identifiziert werden; das entspricht 14 % aller identifizierten Logistikflächen.

Da keine Kenntnis über die Grundgesamtheit vorliegt, ist davon auszugehen, dass der Datensatz kein vollständiges Abbild der Logistiktutzung im Untersuchungsraum darstellt. Dennoch zeigt ein qualitativer Abgleich mit bekannten Logistikstandorten, dass dieses Vorgehen einen Ansatz darstellt, mit dem für einen großen Untersuchungsraum die Bodennutzung durch die Logistik zumindest überschlägig ermittelt werden kann.

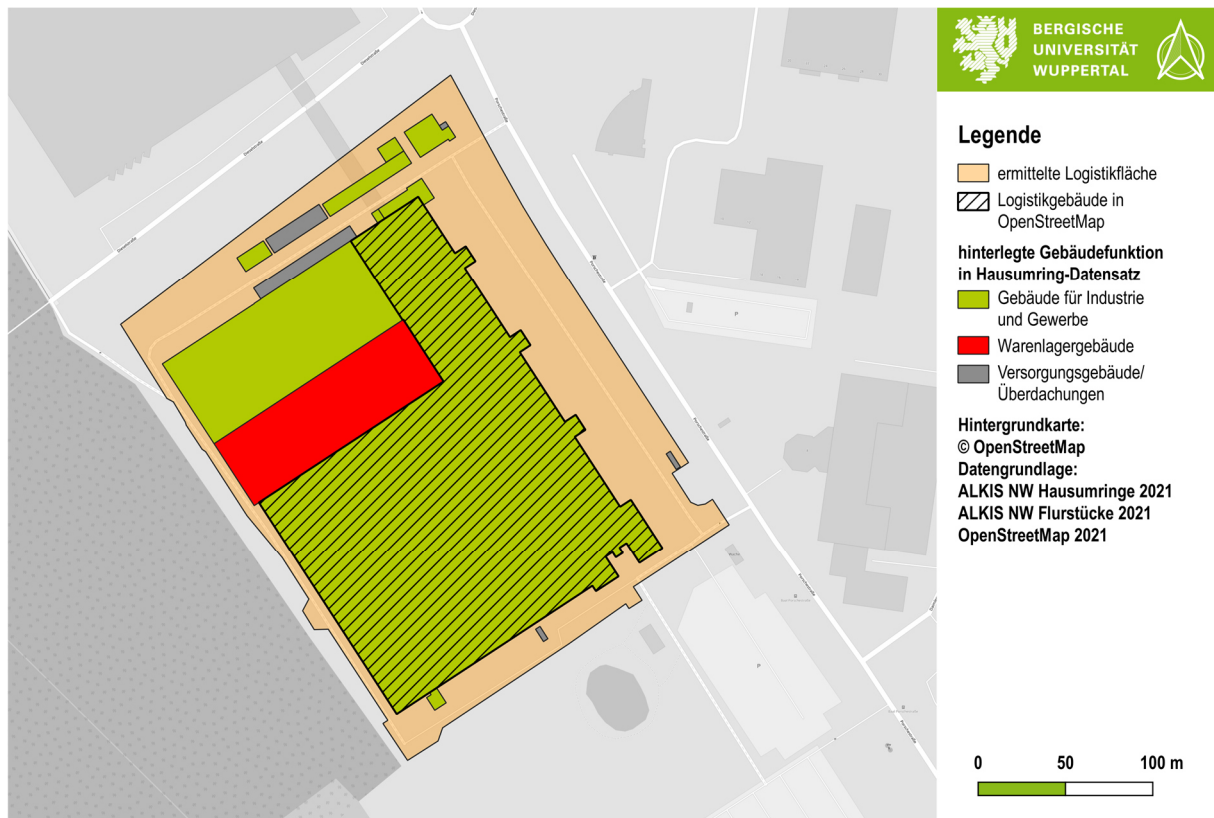


Abbildung 25: Beispiel für Lücken im Hausumringe-Datensatz

Räumliche Verteilung der identifizierten Logistikflächen

Abbildung 26 zeigt die so identifizierten Logistikflächen nach ihrer Größe. Es direkt zu erkennen, dass sie sich auf den Rhein konzentrieren – hierbei insbesondere auf die Metropolen Köln und Düsseldorf sowie Duisburg, mit dem nach Umschlag weltweit größten Binnenhafen. Darüber hinaus häufen sich Logistikflächen in flachen, suburbanen Gebieten westlich von Düsseldorf und Köln.

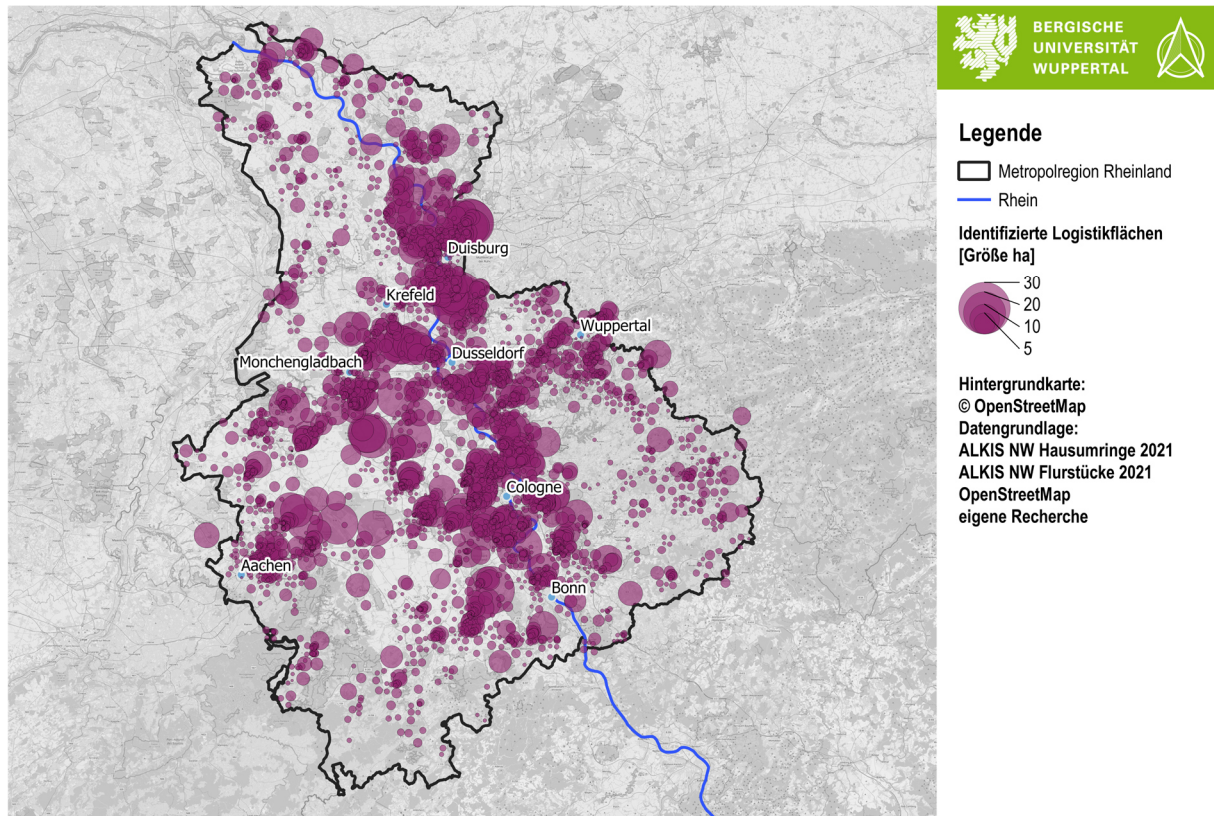


Abbildung 26: Übersicht über identifizierte Logistikflächen

4.3.2 Logistikflächen in Gemeinden

Eine erste Auswertung der identifizierten Logistikfläche erfolgt hinsichtlich der Verteilung nach Gemeinden und der Bodennutzung. Damit können auf regionaler Planungsebene Schwerpunkte der Flächeninanspruchnahme durch die Logistik identifiziert werden.

Verteilung der Logistikflächen auf Gemeinden

Abbildung 27 zeigt die identifizierten Logistikflächen im Zusammenhang mit der kumulierten Anzahl der Gemeinden im Untersuchungsraum; dazu wurde zusätzlich den einzelnen Gemeinden die im jeweiligen Gemeindegebiet befindliche Logistikfläche zugeordnet. Auf dieser Grundlage ist eine deutliche Konzentration der gesamten Logistikflächen in der Region auf einzelne Gemeinden auszumachen. Etwa ein Viertel der identifizierten Logistikfläche liegt in Köln (10,8 %) und Duisburg (13,7 %), die Hälfte der identifizierten Logistikfläche liegt in lediglich zehn Gemeinden bzw. 6,2 % aller Gemeinden in der Metropolregion. Abbildung 28 stellt zusätzlich die räumliche Verortung der Gemeinden nach ihrem Anteil an der gesamten identifizierten Logistikfläche dar. Neben allen Oberzentren außer Aachen sind Neuss, Kerpen und Euskirchen unter den Gemeinden, die einen Anteil von über 5 % an der identifizierten Logistikfläche haben. Neuss grenzt unmittelbar westlich an Düsseldorf an und ist ebenfalls ein bedeutsamer Hafenstandort. Kerpen gehört zum suburbanen Raum von Köln. Euskirchen ist bereits dem ländlichen Raum zuzuordnen. Auch die Gemeinden, die zwischen 1 % und 2 % Anteil an der identifizierten Logistikfläche haben, konzentrieren sich auf die linksrheinisch gelegenen suburbanen Räume der Oberzentren.

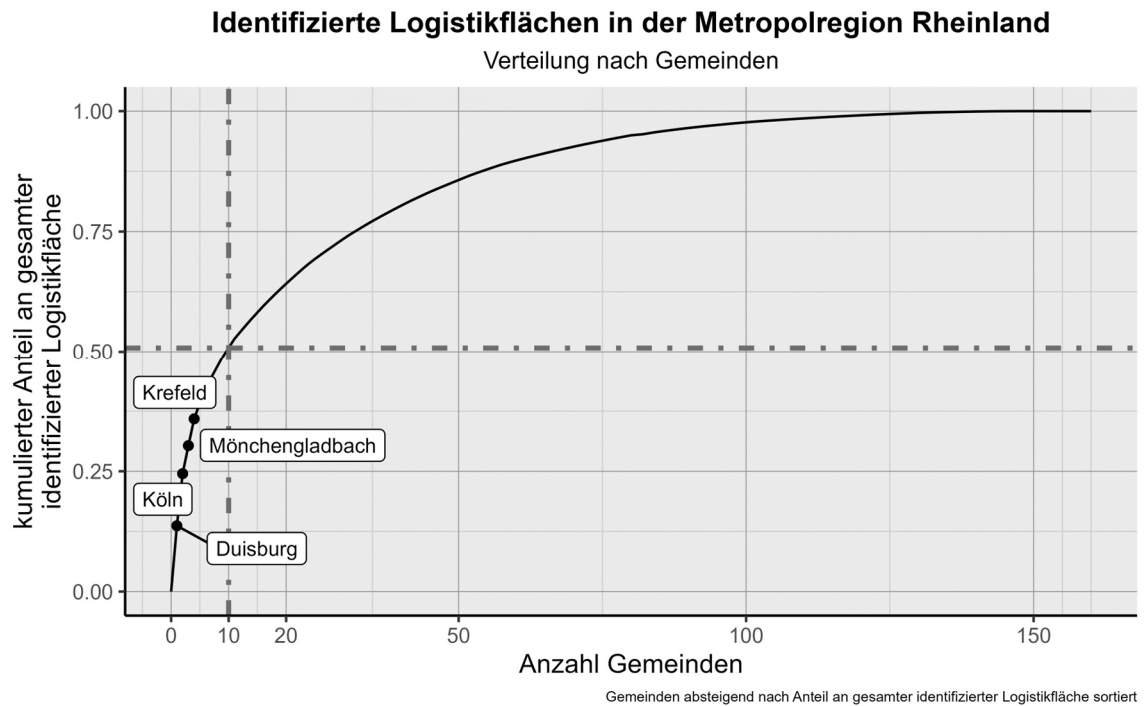


Abbildung 27: identifizierte Logistikflächen nach Gemeinden

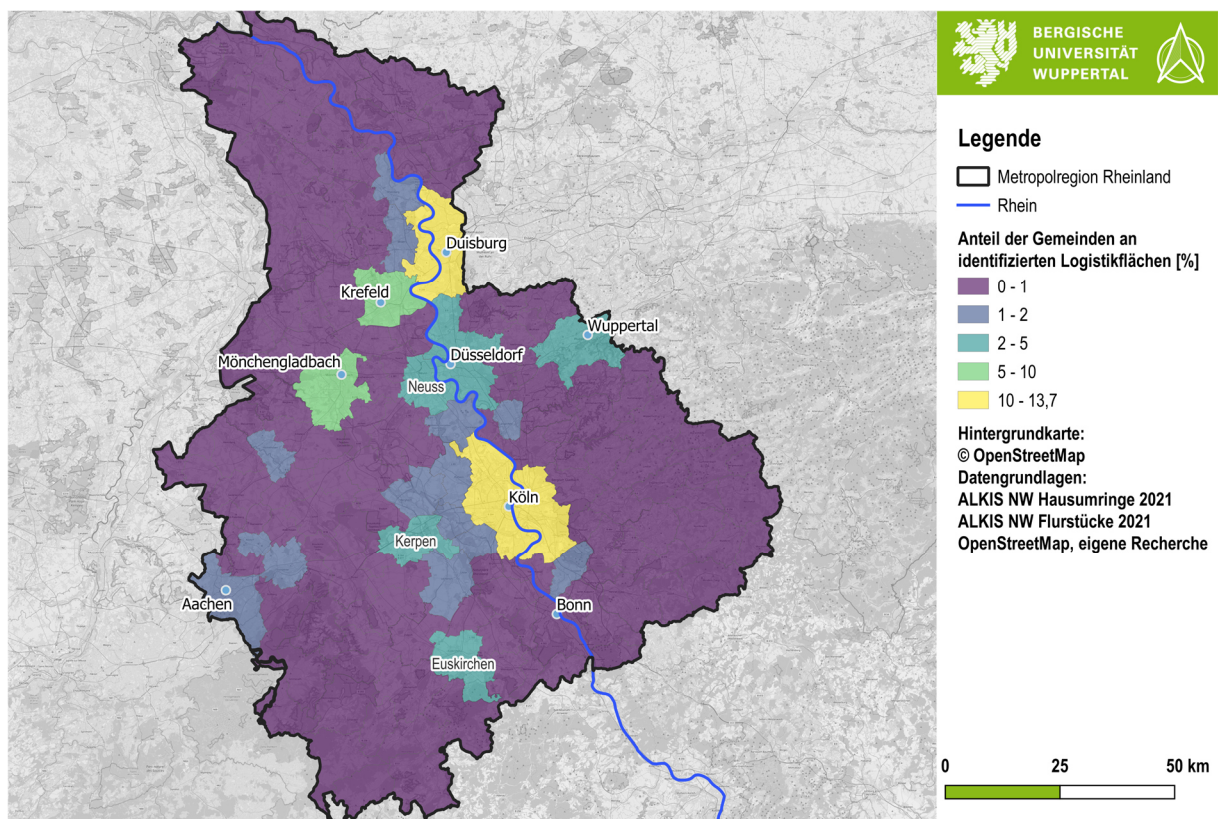


Abbildung 28: Gemeinden mit hohem Anteil an identifizierten Logistikflächen

Bodennutzung durch Logistikflächen

Für die Ermittlung der Bodennutzung der Logistikflächen wurden in jeder Gemeinde den in ALKIS hinterlegten gewerblich-industriell genutzten Flächen die identifizierten Logistikflächen gegenübergestellt (siehe Abbildung 29). Im Gegensatz zu obiger Betrachtung, wo indirekt die absolute

Fläche der Logistikfläche berücksichtigt wird, zeigt sich bei dieser Betrachtung, dass insbesondere im linksrheinischen suburbanen Raum von Köln und Aachen Gemeinden (z. B. Kerpen und Würselen) zu finden sind, bei denen der Anteil der von Logistik genutzten gewerblich-industriellen Fläche über 20 % liegt. Das einzige Oberzentrum, das ebenfalls einen Anteil von über 20 % hat, ist Mönchengladbach.

Es ist also festzustellen, dass sich die Logistikfläche absolut in eher zentralen Lagen ballt, gleichzeitig aber in suburbanen Räumen einen mancherorts großen relativen Anteil an der gewerblich-industriellen Bodennutzung hat.

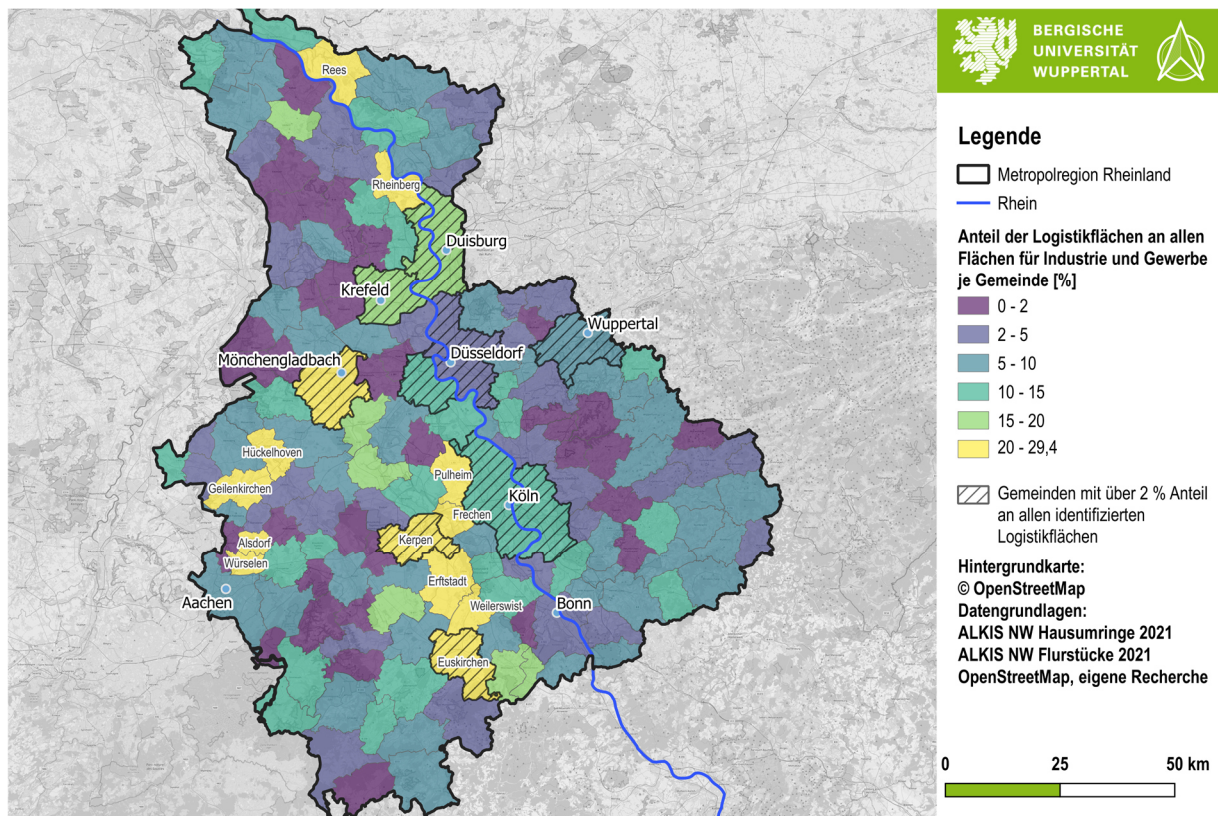


Abbildung 29: Bodennutzung durch Logistikflächen

4.3.3 Logistikflächen in Rasterzellen

Für die weitere Ermittlung von räumlichen Hotspots der Logistik sowie relevanter Standortfaktoren von Logistikflächen erfolgt zunächst eine Aggregation der ermittelten Flächen auf ein 1 km²-Raster (bereitgestellt durch BKG o. J.). Insgesamt können in 1.623 von 12.773 Rasterzellen Logistikflächen identifiziert werden.

Verwendete Variablen zur Untersuchung von Standortfaktoren

Wie bereits oben beschrieben lassen sich nach Onstein et al. (2020) folgende Gruppen von Standortfaktoren für Logistikimmobilien abgrenzen, die im Zusammenhang mit der Raumstruktur stehen bzw. von der öffentlichen Hand beeinflussbar sind:

- institutionenbezogene Standortfaktoren
- anbindungsbezogene Standortfaktoren
- ressourcenbezogene Standortfaktoren

- ortsbezogene Standortfaktoren.

Für die spätere Ermittlung relevanter Standortfaktoren für die faktische Ansiedlung von Logistikimmobilien werden daher für jede Gruppe von Standortfaktoren relevante Strukturvariablen verwendet. Zur Darstellung der existierenden Raumstruktur werden neben der jeweils in der Rasterzelle vorliegenden Logistikfläche zusätzlich Strukturvariablen betrachtet, die jeweils die existierende Beschäftigungs-/Unternehmensstruktur der Logistik wiedergeben. Tabelle 11 zeigt alle Variablen.

Institutionenbezogene Standortfaktoren umfassen wie bereits beschrieben die rechtlichen und steuerlichen Rahmenbedingungen für Logistikimmobilien (Onstein et al. 2020). Dazu wird einerseits die Gewerbesteuer auf Gemeindeebene im Jahr 2022 verwendet (Destatis 2022a). Ebenfalls gehört die Ausweisung von verfügbaren Flächen zu Gruppe von Standortfaktoren. Da für den Untersuchungsraum keine flächendeckenden Daten zur kommunalen Flächenausweisung vorliegen, wird hier stattdessen die jeweils in der Rasterzelle befindliche gewerblich-industriell genutzte Fläche aus ALKIS (Datenquelle: Geobasis NRW 2020) ermittelt. Somit kann zumindest indirekt ein Rückschluss auf die ausgewiesene Fläche in der Rasterzelle gezogen werden.

Anbindungsbezogene Standortfaktoren umfassen die Anbindung der Logistikimmobilien an Verkehrsinfrastruktur. Die Anbindung wurde hier berechnet für das nächste KV-Terminal (Quelle: KombiConsult GmbH 2020 und eigene Recherchen) sowie den Anschluss an die nächste Autobahn/Kraftfahrstraße (Quelle: OpenStreetMap contributors 2021b). Das Routing erfolgte in Leerkamp et al. (2022) unter Nutzung der OpenSourceRoutingMachine (OSRM). Das Straßennetz wurde von OpenStreetMap (Quelle: OpenStreetMap contributors 2021b) bezogen.

Die Gruppe **ressourcenbezogener Standortfaktoren** umfasst alle Ressourcen, die für den Betrieb einer Logistikimmobilie benötigt werden. Für die ressourcenbezogenen Standortfaktoren wird hier der Bodenrichtwert für gewerblich-industrielle Flächen im Jahr 2021 zu Rate gezogen. Dazu werden in jeder Rasterzelle, sofern vorliegend, die Bodenrichtwerte für baureifes Land für Gewerbe- bzw. Industrieflächen ermittelt und dann der Durchschnitt gebildet. Da es hier um tatsächlich realisierte Ansiedlungen geht, wird das Flächenpotenzial als Variable nicht berücksichtigt, sondern später den Anforderungen der ermittelten Raumstrukturen der Logistik gegenübergestellt.

Tabelle 11: verwendete Variablen für die weitere Untersuchung

Variablen- gruppe	Beschreibung	Abkürzung	Aggregation/ Zuordnung	Datenquelle
Standortfaktoren				
Ortsbezogene Standortfaktoren	Bevölkerungsdichte (Einwohner/km ²)	pop_dens	Gemeinde	BKG (2023)
	Fahrdistanz [km] zum nächsten Oberzentrum	dist_hoc	Zentroid der Rasterzelle	Leerkamp et al. (2022)
Anbindungs- bezogene Standortfaktoren	Fahrdistanz [km] zum nächsten Terminal des kombinierten Verkehrs	dist_terminal	Zentroid der Rasterzelle	Leerkamp et al. (2022)
	Fahrdistanz [km] zum nächsten Anschluss zur Autobahn/ Kraftfahrstraße	dist_motorway	Zentroid der Rasterzelle	Leerkamp et al. (2022)
Ressourcen- bezogene Standortfaktoren	Bodenrichtwert für gewerblich- industrielle Flächen in 2021	land_value_ind	Durchschnittswert für gewerblich-industrielles Land in Rasterzelle	Eigene Berechnung auf Basis von Bezirksregierung Köln (2021a)
Institutionen- bezogene Standortfaktoren	Gewerbesteuer	local_tax	Gemeindeebene (Zuordnung der Rasterzelle über Zentroid)	Destatis (2022a)
	Existierende gewerblich-industrielle Fläche [ha] in 2021 (<i>auch ortsbezogen</i>)	land_ind	Summe der Fläche aller gewerblich-industriellen Flächen in Rasterzelle	Eigene Berechnung auf Basis Geobasis NRW (2020)
Existierende Raumstruktur der Logistik				
Logistikflächen	Identifizierte Logistikfläche [ha]	log_land	Summe der Fläche aller Logistikflächen in Rasterzelle	Eigene Berechnung
Beschäftigungs-/ Unternehmens- struktur in der Logistik	Beschäftigung in WZ-Gruppe 49.4 (Güterbeförderung im Straßenverkehr, Umzugstransporte) auf Kreisebene in 2019	494_emp_county	Kreisebene (Zuordnung der Rasterzelle über Zentroid)	IT.NRW (2021)
	Beschäftigung in WZ-Abteilung 52 (Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr) auf Kreisebene in 2019	52_emp_county	Kreisebene (Zuordnung der Rasterzelle über Zentroid)	IT.NRW (2021)
	Beschäftigung in WZ-Abteilung 53 (Post-, Kurier- und Expressdienste) auf Kreisebene in 2019	53_emp_county	Kreisebene (Zuordnung der Rasterzelle über Zentroid)	IT.NRW (2021)
	Anzahl von Unternehmen in WZ- Gruppe 49.4 (Güterbeförderung im Straßenverkehr, Umzugstransporte) auf Gemeindeebene in 2019	494_est_mun	Gemeindeebene (Zuordnung der Rasterzelle über Zentroid)	IT.NRW (2021)
	Anzahl von Unternehmen in WZ- Abteilung 52 (Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr) auf Gemeindeebene in 2019	52_est_mun	Gemeindeebene (Zuordnung der Rasterzelle über Zentroid)	IT.NRW (2021)
	Anzahl von Unternehmen in WZ- Abteilung 53 (Post-, Kurier- und Expressdienste) auf Gemeindeebene in 2019	53_est_mun	Gemeindeebene (Zuordnung der Rasterzelle über Zentroid)	IT.NRW (2021)
	Berufsuntergruppe 513 „Lagerwirtschaft, Post und Zustellung, Güterumschlag“ (alle WZ-Gruppen) auf Kreisebene in 2020	wmc_emp_county	Kreisebene (Zuordnung der Rasterzelle über Zentroid)	BA (2021)

Ortsbezogene Standortfaktoren bezeichnen diejenigen Standortfaktoren, die sich durch räumliche Nähe zur jeweiligen Logistikimmobilie auszeichnen. Hinsichtlich der Erreichbarkeit von Absatzgebieten wird einerseits die Bevölkerungsdichte der jeweiligen Gemeinde, in der sich die

Rasterzelle befindet, sowie andererseits die Fahrdistanz [km] zum nächsten Oberzentrum. Diese wurde analog zur Fahrdistanz zu KV-Terminals in Leerkamp et al. (2022) berechnet. Die Nähe zu Produktionseinrichtungen kann hier vereinfacht durch die bereits oben vorgestellte gewerblich-industriell genutzte Fläche innerhalb der Rasterzelle berücksichtigt werden.

Als Strukturvariablen für die jeweils **existierende Raumstruktur der Logistik** werden neben der in der jeweiligen Rasterzelle identifizierten Logistikfläche zusätzlich die Beschäftigtenzahlen auf Kreisebene sowie die Unternehmenszahlen auf Gemeindeebene für die relevanten WZ-Gruppen bzw. WZ-Abteilungen 49.4, 52 sowie 53 in die Analyse einbezogen. Die Beschäftigtendaten auf Gemeindeebene liegen aufgrund von Anonymisierungen nicht flächendeckend vor, sodass hier auf Kreisebene ausgewichen werden muss.

Geostatistische Untersuchungen

Zur vertieften Untersuchung der Raumstrukturen der Logistik im Untersuchungsraum und zur Absicherung der Ermittlung von Hotspots der Logistik werden im Folgenden globale und lokale Maße der räumlichen Autokorrelation berechnet.

Das **Moran's I** Maß ist ein globales Maß und misst die **globale räumliche Autokorrelation** über einen gesamten betrachteten Bereich. Es wird hier berechnet anhand der in den Rasterzellen identifizierten Logistikfläche. Tabelle 12 zeigt die Ergebnisse für den globalen Moran I-Index. Mit einem statistisch signifikanten Wert von 0,235 ist er nah an der starken positiven räumlichen Autokorrelation (Moran I-Index $> 0,3$). Das heißt, dass die räumliche Verteilung der Logistikflächen in der Metropolregion Rheinland nicht zufällig ist und zur Clusterbildung neigt, also bereits vorhandene Logistikstrukturen weitere nach sich ziehen.

Verglichen mit den Ergebnissen von Jaller et al. (2022), die den Moran I-Index für Lagerhallen und Distributionszentren unter Nutzung der Zip Code Business Pattern-Datenbank auf Ebene der Postleitzahlbezirke für fünf Metropolregionen in Kalifornien im Jahr 2016 berechnen, ist der Index der Metropolregion Rheinland ähnlich hoch wie in Südkalifornien (0,24), das z. B. Los Angeles und Orange County umfasst. Die einzige Metropolregion, die einen höheren Index, also eine noch höhere Konzentration von Logistikeinrichtungen aufweist, ist San Joaquin County (0,36).

Tabelle 12: Ergebnis für globale räumliche Autokorrelation

	Metropolregion Rheinland
Gesamtanzahl Rasterzellen	12,773
Rasterzellen mit Logistikflächen	1,623
Globaler Moran I-Index	0.235
Standardabweichung	52.76
p-Wert	< 0.001

Die **Hot-Spot-Analyse nach Getis und Ord (1992)** ist im Gegensatz dazu ein lokales Maß der räumlichen Autokorrelation, d. h. es wird für jedes Untersuchungsobjekt einzeln berechnet. Diese ermöglicht die Ermittlung lokaler Konzentrationen hoher oder niedriger Werte eines Attributes (O'Sullivan und Unwin 2010).

Hier wird der leicht abgewandelte G_i^* -Wert berechnet, bei dem zusätzlich der Wert des Objekts i selbst mit in die Betrachtung einbezogen wird. Als Attributwert wird auch hier die jeweils identifizierte Logistikfläche zugrunde gelegt. Für die Berechnung des G_i^* -Werts werden für jede Rasterzelle alle angrenzenden Rasterzellen berücksichtigt, auch wenn sie sich nur in einem Punkt berühren („Queen-contiguity“). Es wird eine binäre Nachbarschaftsliste verwendet, d. h. alle direkt angrenzenden Rasterzellen einer betrachteten Rasterzelle werden mit einem Gewicht von 1 bewertet, alle nicht-angrenzenden mit einem Gewicht von 0.

Als Ergebnis der Hot-Spot-Analyse können 717 statistisch signifikante Hotspots (bei $p < 0,05$) identifiziert werden, d. h. in bzw. um diese(n) Gitterzelle(n) herum konzentriert sich eine große Anzahl der identifizierten Logistikflächen. In einigen Fällen werden Rasterzellen ohne Logistikflächen als Hotspots erkannt, da sie an Rasterzellen mit einer großen Zahl an Logistikflächen angrenzen. Die so identifizierten Hotspots machen bereits 65,4 % der gesamten im Untersuchungsgebiet identifizierten Logistikfläche aus.

Es lässt sich zeigen, dass sich die Hotspots v. a. auf drei Regionen/Einrichtungen konzentrieren (siehe Abbildung 30):

- Metropolen/Regiopolen und deren Vororte (z. B. Aachen, Köln)
- entlang von Autobahnen in Gebieten mit flachem Relief (westlich von Köln/Düsseldorf und südlich von Mönchengladbach)
- große KV-Terminals/Häfen (vor allem Duisburg, siehe auch Abbildung 31).

Betrachtet man nur die Rasterzellen mit den identifizierten Logistikflächen, ist letzterer Aspekt auch in der Häufigkeit des Auftretens von Hotspots erkennbar. Hotspots mit identifizierten Logistikflächen liegen im Vergleich zu den anderen Rasterzellen mit identifizierten Logistikflächen meistens näher an KV-Terminals (siehe Abbildung 31). Darüber hinaus enthalten sie auch eine größere Anzahl bestehender Gewerbe-/Industrieflächen (siehe Abbildung 32).

Verglichen mit obigen gemeindebezogenen Auswertungen zeigt sich ebenfalls, dass die deutlich überwiegende Zahl der identifizierten Hotspots zudem in Gemeinden liegen, die einen relevanten Anteil (min. 2 %) an der absoluten identifizierten Logistikfläche haben oder in denen die Logistikflächen einen großen Anteil (min. 20 %) an allen gewerblich-industriell genutzten Flächen haben.

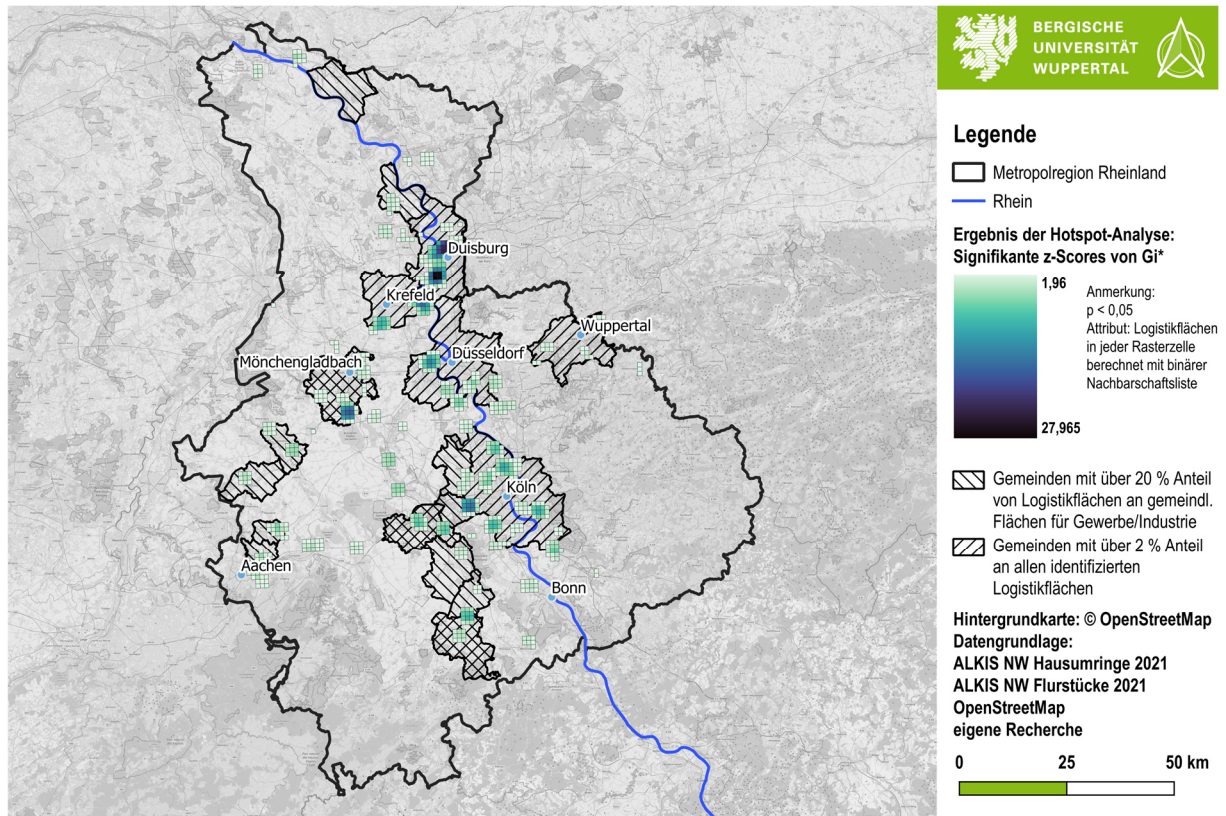


Abbildung 30: Identifizierte signifikante Hotspots von Logistikflächen

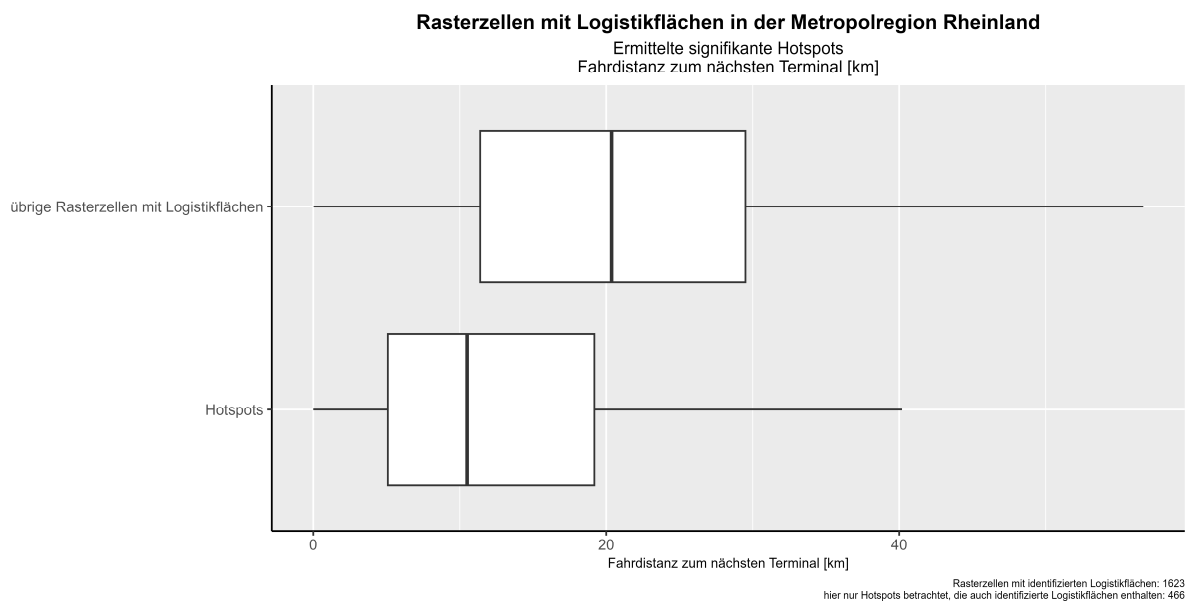


Abbildung 31: Boxplot für Fahrdistanz zum nächsten KV-Terminal



Abbildung 32: Boxplot für gewerblich-industriell genutzte Fläche [ha]

Korrelationsanalysen

Nachdem die Hotspots der Logistik identifiziert wurden, werden nun für die betrachteten Variablen (siehe Tabelle 11) paarweise Korrelationen berechnet, um den Einfluss der verschiedenen Variablen als Standortfaktor für Logistikimmobilien auf Ebene der Rasterzellen zu untersuchen. Dazu wird der Korrelationskoeffizient nach Bravais und Pearson für jedes Variablenpaar berechnet (Erläuterung siehe Kapitel 4.1.3). Die Korrelationsanalyse wird für alle Rasterzellen durchgeführt, die Logistikflächen enthalten. Hier wird bewusst nicht der Fokus auf die identifizierten Hotspots gelegt, da sich diese natürlich fast alle durch eine große Zahl identifizierter Logistikfläche auszeichnen, sodass bei deren ausschließlicher Betrachtung keine Ermittlung von Variablen, die Treiber für eine große identifizierte Logistikfläche sind, möglich gewesen wäre. Alle im Folgenden dargestellten Korrelationen haben, soweit nicht anders angegeben, eine Signifikanz von $p < 0,001$. Die entstehende Korrelationsmatrix zeigt Abbildung 34.

Zunächst werden die **ortsbezogenen Standortfaktoren** betrachtet. Bei der *Bevölkerungsdichte* lässt sich feststellen, dass stark positive Korrelationen mit den Variablen der Beschäftigungs-/Unternehmensstruktur in der Logistik vorhanden sind. D. h. eine hohe Bevölkerungsdichte führt tendenziell zu auch einer großen Anzahl Beschäftigter/Unternehmen. Dies scheint in einem ersten Schritt die Ergebnisse aus Kapitel 4.2.3 zu bestätigen, wonach die Erreichbarkeit von Absatzgebieten von großer Bedeutung ist. Hinsichtlich der *Fahrdistanz zum nächsten Oberzentrum* sind ähnliche Ergebnisse zu beobachten. Die Korrelationen sind hier schwächer als bei der Bevölkerungsdichte; dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass die Oberzentren sich in der Bevölkerungsdichte untereinander unterscheiden. Dass zwischen der *Bevölkerungsdichte* und den anbindungsbezogenen Standortfaktoren Entfernung zum KV-Terminal bzw. zum Autobahnbahnschluss starke bzw. mittlere negative Korrelationen vorliegen, ist Ausdruck einer guten Infrastrukturanbindung von Bereichen mit großer Bevölkerungsdichte. Für beide Variablen ist weiterhin festzustellen, dass mit der in den Rasterzellen identifizierten Logistikfläche lediglich eine geringe Korrelation besteht. Des Weiteren zeigt sich, dass die *Bevölkerungsdichte* und die *Entfernung zum Oberzentrum* miteinander stark

negativ korreliert sind. Dies stellt die Raumstruktur des Untersuchungsraums dar, bei dem mit steigender Entfernung zum Oberzentrum die Bevölkerungsdichte sinkt.

Danach folgen die **institutionenbezogenen Standortfaktoren**. Bei der *vorhandenen industriell-gewerblich genutzten Fläche (ha)* liegen fast ausschließlich Korrelationen geringer Effektstärke vor. Die einzige mittlere Korrelation liegt mit der identifizierten Logistikfläche vor. Dies deckt sich mit dem Ergebnis von Busch (2013), wonach ein großer Bestand ausgewiesener Gewerbe- und Industrieflächen einen signifikanten mittelstarken bis starken Zusammenhang mit der Bautätigkeit bei Logistikimmobilien hat. Bei der Gewerbesteuer finden sich ausschließlich geringe bzw. nicht-signifikante Korrelationen. Dies deutet auf eine geringe Bedeutung dieser für Logistiksiedlungen hin.

Des Weiteren werden die **ressourcenbezogenen Standortfaktoren** betrachtet. Für die jeweiligen *Bodenrichtwerte* finden sich mittlere bis stark positive Korrelationen mit den Variablen der Beschäftigungs-/Unternehmensstruktur in der Logistik sowie der Bevölkerungsdichte. Dies deckt mit oben beschriebenen Ergebnissen, wonach sich Logistikunternehmen und -beschäftigung in Bereichen mit hoher Bevölkerungsdichte konzentrieren – also in Bereichen, in denen tendenziell auch die Nachfrage nach Gewerbeflächen und dementsprechend auch die Bodenrichtwerte höher sind. Demensprechend liegen hier ebenfalls Korrelationen mittlerer negativer Effektstärke zwischen den Bodenrichtwerten und den anbindungsbezogenen Variablen Entfernung zum KV-Terminal bzw. Autobahnanschluss vor. Mit der identifizierten Logistikfläche selbst liegt lediglich eine geringe Korrelation vor. Eine große Bedeutung niedriger Bodenpreise, wie z. B. von Verhetsel et al. (2015) dargestellt, kann hier also nicht festgestellt werden. Vielmehr sind hohe Beschäftigten-/Unternehmensanzahlen in der Logistik in Gebieten mit hohen Bodenrichtwerten zu finden.

Hinsichtlich der **anbindungsbezogenen Standortfaktoren** zeigen sich bei der Fahrdistanz zum nächsten KV-Terminal mittlere negative Effekte im Zusammenhang mit den Variablen der Beschäftigungs-/Unternehmensstruktur in der Logistik sowie den Bodenrichtwerten. D. h. mit geringerer Entfernung zu einem Terminal steigt tendenziell die Beschäftigten-/Unternehmenszahl in der Logistik an. In abgeschwächter Form trifft selbiger Effekt auch auf die Anbindung an die Autobahn zu. Konsistent dazu ist die stark negative Korrelation der Entfernung zum KV-Terminal mit der Bevölkerungsdichte. Denn wie bereits oben dargestellt, ist der Zusammenhang zwischen den Variablen der Beschäftigungs-/Unternehmensstruktur in der Logistik und der Bevölkerungsdichte stark ausgeprägt und die KV-Terminals im Untersuchungsraum liegen vielfach in Bereichen mit hoher Bevölkerungsdichte. Dies zeigt sich auch in der starken Korrelation zwischen der Entfernung zum Oberzentrum und derjenigen zum KV-Terminal. Mit der identifizierten Logistikfläche liegt für beide Variablen dagegen lediglich ein geringer negativer Zusammenhang vor, d. h. eine geringere Entfernung zum KV-Terminal bzw. Autobahn-/Kraftfahrstraßenanschluss führt tendenziell zu mehr identifizierter Logistikfläche. Abbildung 33 zeigt zur Verdeutlichung der schwachen Korrelation die Gegenüberstellung zwischen Fahrdistanz zum nächsten KV-Terminal [km] und identifizierter Logistikfläche [ha] für Rasterzellen mit einer großen identifizierten Logistikfläche (min. 10 ha). In Bezug auf die Beschäftigungs- und Unternehmensstruktur der Logistik können die Ergebnisse der Literatur also im Hinblick auf die Bedeutung der Infrastrukturanbindung, insb. der Autobahnanbindung, bestätigt werden, für die identifizierte Logistikfläche jedoch nicht.

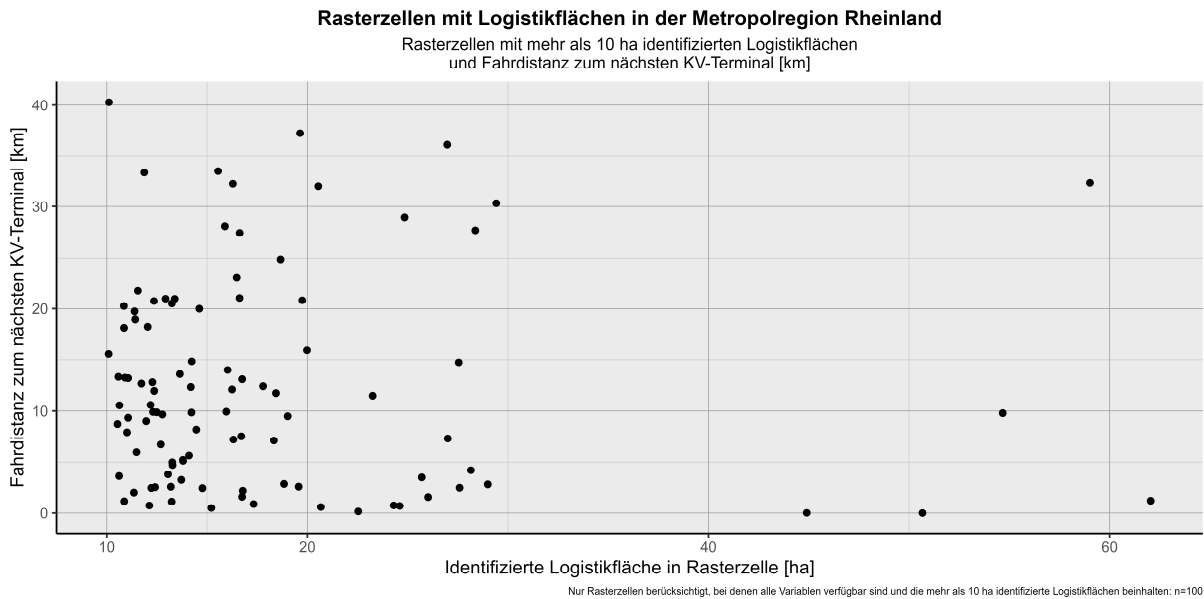


Abbildung 33: Gegenüberstellung der Variablen identifizierte Logistikfläche [ha] und Fahrdistanz zum nächsten KV-Terminal [km]

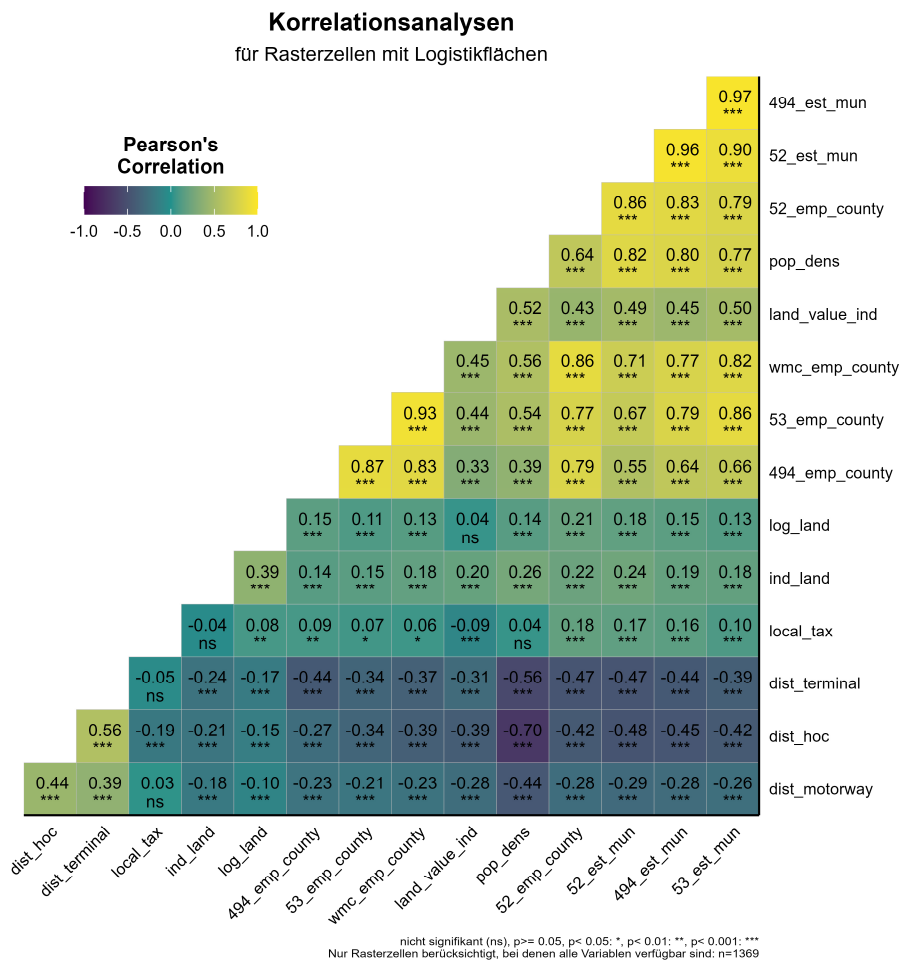


Abbildung 34: Paarweise Korrelationsanalyse für Rasterzellen mit Logistikflächen

Zusammenfassend zeigen sich folgende Auffälligkeiten:

- Ähnlich wie bei van den Heuvel et al. (2014) ist die Korrelation zwischen anbindungsbezogenen Standortanforderungen und der Bevölkerungsdichte immer höher als die Korrelation zwischen anbindungsbezogenen Standortfaktoren und der Logistikbeschäftigung.
- Die Anzahl der Unternehmen und die Anzahl der Beschäftigten für die verschiedenen Logistikbranchen auf Gemeinde- bzw. Kreisebene sind größtenteils signifikant und stark positiv miteinander sowie mit der jeweiligen Bevölkerungsdichte korreliert. Im Gegensatz zum Vorkommen von Logistikbetrieben und Logistikbeschäftigten weist die identifizierte Logistikfläche fast nur Korrelationen geringer Effektstärke auf. Die Fläche der bestehenden Industrie-/Gewerbeflächen ist die einzige Variable, bei der eine positive Korrelation mittlerer Effektstärke mit der identifizierten Logistikfläche vorliegt. Wird die hier vorgestellte Korrelation ausschließlich für Rasterzellen mit Logistikflächen durchgeführt, die zuvor als Hotspots identifiziert wurden, so zeigt sich sogar, dass bei der identifizierten Logistikfläche ausschließlich mit der Fläche der bestehenden Industrie-/ Gewerbeflächen in der jeweiligen Rasterzelle eine statistisch signifikante Korrelation vorliegt. Hier besteht dann ein mittlerer Zusammenhang (0,35).
- Die vielfach in der Literatur genannte Bedeutung niedriger Bodenpreise kann hier nicht bestätigt werden. Vielmehr finden sich z. B. hohe Beschäftigtenzahlen in der Logistik in Bereichen mit hohen Bodenrichtwerten (mittlere positive Korrelation). Mit der identifizierten Logistikfläche ist dagegen keine signifikante Korrelation feststellbar.
- Grundsätzlich vorhandene raumstrukturelle Phänomene sind ebenfalls erkennbar. U. a. liegt eine stark positive Korrelation zwischen Bevölkerungsdichte und Bodenrichtwert für industriell-gewerbliche Flächen vor sowie eine stark negative Korrelation zwischen Bevölkerungsdichte und Entfernung zum nächsten Oberzentrum.

Für diese Auffälligkeiten gibt es mehrere mögliche Erklärungen:

- Wie bereits erwähnt lässt sich dies möglicherweise durch die Tatsache erklären, dass sich die Rasterzellen mit einer großen Fläche identifizierter Logistikflächen in verschiedenen Regionen konzentrieren. Möglicherweise liegt auch eine regionale Konzentration unterschiedlicher Logistikstandorttypen vor (siehe im Detail Kapitel 2.4).
- Eine weitere Erklärung ist das mögliche Vorhandensein von logistics sprawl, bei dem z. B. große Logistikimmobilien in dünn besiedelte Räume wandern, die zuvor für die Logistik wenig Bedeutung hatten (siehe auch oben).
- Zusätzlich können die geschilderten Auffälligkeiten auch Ergebnis der Einflussnahme lokaler/regionale Planung sein, die grundsätzlich Einfluss auf die Entwicklung von

Logistikflächen hat. Dieser Einfluss konnte wie beschrieben in Paris von Sakai et al. (2020) gezeigt werden.

Um mögliche verschiedene räumliche Typen von Logistik-Hotspots identifizieren zu können, wird im Folgenden eine Clusteranalyse auf der Grundlage der oben als Hotspots identifizierten Rasterzellen durchgeführt.

4.3.4 Clusteranalyse

Wie beschrieben, kommt die Korrelationsanalyse zu keinem klaren Ergebnis im Hinblick auf die Treiber, die zu einer großen Logistikfläche in einer Rasterzelle führen. Daher wird als ein Ansatz zur Identifizierung unterschiedlicher Typen von Logistik-Hotspots eine Clusteranalyse für die zuvor identifizierten Hotspots durchgeführt. Aufgrund fehlender Daten wird im Unterschied zu Heitz et al. (2019) die Analyse nicht für bereits definierte Typen von Logistikimmobilien vorgenommen, sondern für alle Rasterzellen, die zuvor als Hotspot definiert wurden, Logistikfläche beinhalten und für die alle Variablen vorliegen. Dies trifft auf 438 Rasterzellen zu.

Die Variablen, die für die Clusteranalyse verwendet werden, wurden im Vergleich zur Korrelationsanalyse dahingehend geändert, dass die Variablen der Beschäftigungs-/Unternehmensstruktur in der Logistik konsolidiert wurden (siehe auch Tabelle 13). Dies geschieht mit dem Ziel, die Zahl an Variablen, die ein höheres Aggregationsniveau als die Rasterzellen haben, zu reduzieren. Darüber hinaus wird die Gewerbesteuer als Variable herausgenommen, da es im Untersuchungsgebiet Verzerrungen durch sehr niedrige Gewerbesteuern in einzelnen Gemeinden (u. a. Monheim) gibt.

Tabelle 13: Für die Clusteranalyse verwendete Variablen

Variablen- gruppe	Beschreibung	Abkürzung	Aggregation/ Zuordnung	Datenquelle
Standortfaktoren				
Ortsbezogene Standortfaktoren	Bevölkerungsdichte (Einwohner/km ²)	pop_dens	Gemeinde	BKG (2023)
	Fahrdistanz [km] zum nächsten Oberzentrum	dist_hoc	Zentroid der Rasterzelle	Leerkamp et al. (2022)
Anbindungs- bezogene Standortfaktoren	Fahrdistanz [km] zum nächsten Terminal des kombinierten Verkehrs	dist_terminal	Zentroid der Rasterzelle	Leerkamp et al. (2022)
	Fahrdistanz [km] zum nächsten Anschluss zur Autobahn/ Kraftfahrstraße	dist_motorway	Zentroid der Rasterzelle	Leerkamp et al. (2022)
Ressourcen- bezogene Standortfaktoren	Bodenrichtwert für gewerblich- industrielle Flächen in 2021	land_value_ind	Durchschnittswert für gewerblich-industrielles Land in Rasterzelle	Eigene Berechnung auf Basis von Bezirksregierung Köln (2021a)
Institutionen- bezogene Standortfaktoren	Existierende gewerblich-industrielle Fläche [ha] in 2021 (<i>auch ortsbezogen</i>)	land_ind	Summe der Fläche aller gewerblich-industriellen Flächen in Rasterzelle	Eigene Berechnung auf Basis von Geobasis NRW (2020)
Existierende Raumstruktur der Logistik				
Logistikflächen	Identifizierte Logistikfläche [ha]	log_land	Summe der Fläche aller Logistikflächen in Rasterzelle	Eigene Berechnung
Beschäftigungs-/ Unternehmens- struktur in der Logistik	Logistikbeschäftigung (WZ-Gruppe 49.4 sowie WZ-Abteilungen 52, 53) auf Kreisebene in 2019	log_emp_county	Kreisebene (Zuordnung der Rasterzelle über Zentroid)	IT.NRW (2021)
	Logistikunternehmen (WZ-Gruppe 49.4 sowie WZ-Abteilungen 52, 53) auf Gemeindeebene in 2019	log_est_mun	Gemeindeebene (Zuordnung der Rasterzelle über Zentroid)	IT.NRW (2021)
	Berufsuntergruppe 513 „Lagerwirtschaft, Post und Zustellung, Güterumschlag“ (alle WZ-Gruppen) auf Kreisebene in 2020	wmc_emp_county	Kreisebene (Zuordnung der Rasterzelle über Zentroid)	BA (2021)

Die Clusteranalyse wird analog zum Vorgehen von Bury (2021) durchgeführt; in ähnlicher Form verfahren ebenfalls Heitz et al. (2019). Die oben durchgeführte Korrelationsanalyse zeigt, dass viele der Variablen miteinander korreliert sind. Daher wird im ersten Schritt eine **Hauptkomponentenanalyse** durchgeführt. Wie bereits dargestellt, werden dabei die verwendeten Ausgangsvariablen auf unabhängige Faktoren verdichtet, zwischen denen keine Korrelation besteht (Heitz et al. 2019; Backhaus et al. 2018).

Hauptkomponentenanalyse

Zur Reduktion der Dimensionen wird gemäß Bury (2021) die Matrix der Rasterzellen und ihrer Variablen zunächst standardisiert und dann in zweidimensionale Daten umgewandelt (*multidimensionale Skalierung*). Anhand des so entstehenden Diagramms können Ausreißer identifiziert werden, die dann im Weiteren nicht mehr betrachtet werden. Dies wird hier umgesetzt; damit verbleiben noch 397 Rasterzellen. Mit dem so erhaltenen Datensatz wird nun die Hauptkomponentenanalyse durchgeführt. Dabei wird die Anzahl der Datendimensionen reduziert,

indem neue Eigenvektoren erstellt werden, die die größte Varianz enthalten. Danach muss die Anzahl der verbleibenden Hauptkomponenten ermittelt werden, die genügend Varianz erklären. Dazu wird zunächst das Kaiser-Kriterium verwendet, das von Kaiser und Dickmann (1959) entwickelt wurde. Nach diesem Kriterium sollten diejenigen Hauptkomponenten verwendet werden, die einen Eigenwert größer als 1 besitzen. Dies trifft hier auf zwei Hauptkomponenten zu. Zusätzlich wird die Anzahl der Hauptkomponenten mit Hilfe der Parallelanalyse mit Screeplot von Horn (1965) ermittelt. Diese Methode führt ebenfalls zu zwei Hauptkomponenten. Daher werden für das weitere Vorgehen zwei Hauptkomponenten verwendet. Die erste Hauptkomponente erklärt 49,6 % der Varianz, die zweite 12,1 %.

k-means Clustering

Auf der Grundlage der Hauptkomponentenanalyse wird nun die Clusteranalyse durchgeführt. Zu diesem Zweck wird der gängige k-means Algorithmus verwendet. Bei diesem Algorithmus handelt es sich um ein Partitionierungsverfahren, so dass die Anzahl der Cluster im Vorfeld festgelegt werden muss (Sauer 2019). Ziel dieser Clustermethode ist es, die Summe der Quadrate der Abweichungen der Objekte im Cluster zum jeweiligen Clusterzentrum zu minimieren (ebd.). Nach Sauer (2019) hat das Verfahren folgenden Ablauf:

1. Zufällige Punkte als Clusterzentren auswählen.
2. Zuweisung der Punkte zum jeweils nächstgelegenen Clusterzentrum (basierend auf der kleinsten euklidischen Distanz).
3. Neuberechnung der Position der Clusterzentren auf der Grundlage des Durchschnitts der dem jeweiligen Cluster zugewiesenen Punkte.

Die Schritte 2. und 3. werden wiederholt, bis sich die Zuordnung der Punkte zu den Clustern nicht mehr ändert.

Die optimale Anzahl von Clustern wird schließlich durch die Methode der Gapstatistics bestimmt. Diese Methode wurde von Tibshirani et al. (2001) entwickelt. „Die Technik verwendet die Ergebnisse eines beliebigen Clustering-Algorithmus (z. B. k-means oder hierarchisch) und vergleicht die Veränderung der Streuung innerhalb eines Clusters mit derjenigen, die unter einer geeigneten Referenz-Nullverteilung erwartet wird.“ (ebd.) Im vorliegenden Fall ist die optimale Anzahl von Clustern drei. Abbildung 35 zeigt die resultierenden Cluster, die x- bzw. y-Achse wird durch die beiden ersten (und hier einzigen) Hauptkomponenten definiert.

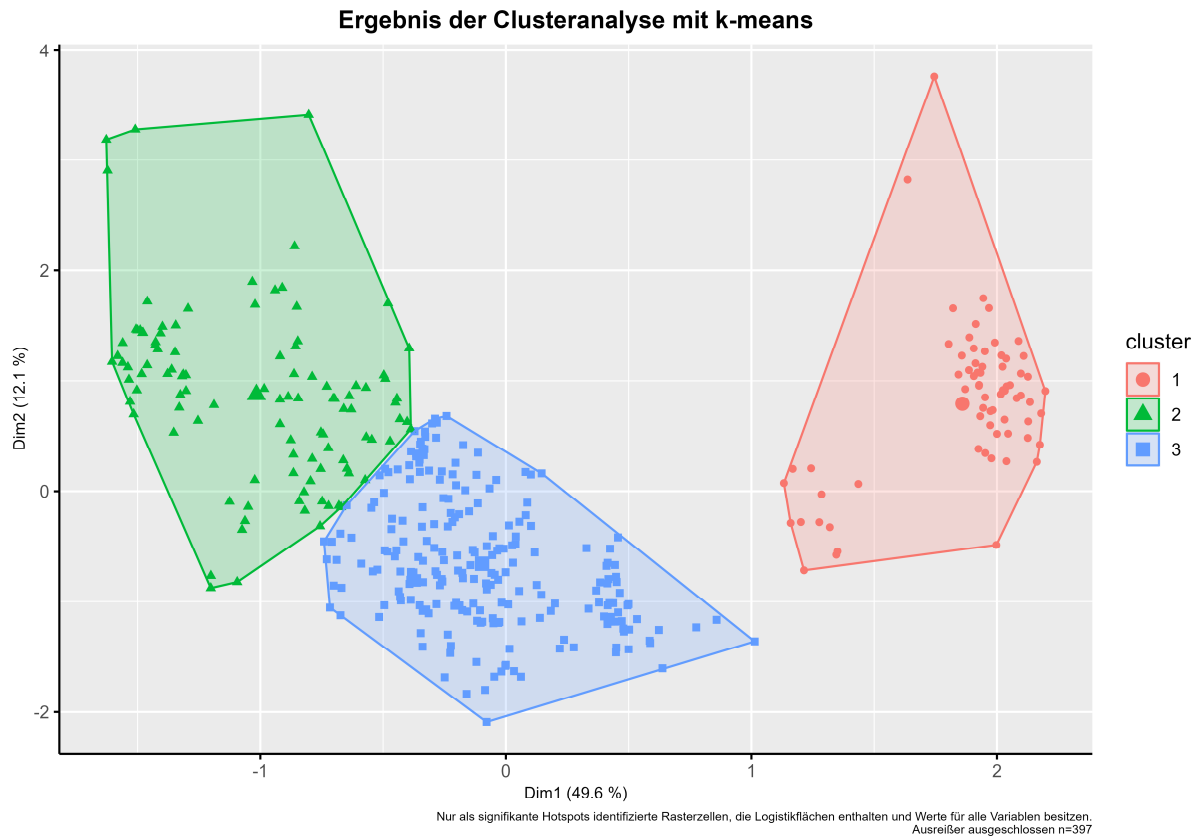


Abbildung 35: resultierende Cluster an Logistik-Hotspots

Die erste Hauptkomponente (x-Achse, erklärt 49,6 % der Varianz) beinhaltet dabei vorrangig die drei Variablen zur Beschäftigungs- und Unternehmensstruktur der Logistik und die Bevölkerungsdichte. Diese Variablen haben jeweils etwa 20 % und zusammen 80 % Anteil an der ersten Hauptkomponente. Die zweite Hauptkomponente (y-Achse, erklärt 12,1 % der Varianz) beinhaltet mit jeweils etwa 25 % die anbindungsbezogenen Standortfaktoren Fahrdistanz zum nächsten KV-Terminal bzw. zum nächsten Autobahn-/Kraftfahrstraßenanschluss. Weitere 20 % Anteil hat die Entfernung zum nächsten Oberzentrum. Etwa 12 % Anteil hat darüber hinaus die Beschäftigung in der Berufsuntergruppe 513 „Lagerwirtschaft, Post und Zustellung, Güterumschlag“. Die identifizierte Logistikfläche hat an beiden Hauptkomponenten einen Anteil an unter 3 % und daher eine sehr geringe Bedeutung für die Formierung der Cluster.

Dementsprechend sind die existierende Beschäftigungs- und Unternehmensstruktur der Logistik, die Bevölkerungsdichte sowie die erreichbarkeitsbezogenen Standortfaktoren diejenigen Standortfaktoren, mit der sich unterschiedliche Raumtypen der Logistik differenzieren lassen.

Ergebnis der Clusteranalyse

Abbildung 36 zeigt die räumliche Verteilung der identifizierten Cluster. Die drei Cluster lassen sich wie in Tabelle 14 dargestellt definieren.

Tabelle 14: Aufteilung erzeugter Cluster

Cluster	Summe zugeordneter Logistikfläche [ha]
1 Metropolen	428,4
2 ländlicher Raum/erweiterter suburbaner Raum	565,1
3 Großstädte/verdichtete Vororte	1.034,02
in Clusteranalyse insgesamt betrachtete Logistikfläche	2.027,45

Abbildung 37 zeigt die Boxplots für die unterschiedlichen Variablen (Beschreibungen siehe Tabelle 13). Zunächst ist festzustellen, dass die Cluster sich in der Verteilung der jeweils in den Rasterzellen identifizierten Logistikfläche nicht stark unterscheiden. Dies ist konsistent mit dem oben erwähnten geringen Einfluss der Logistikfläche auf die Clusterbildung.

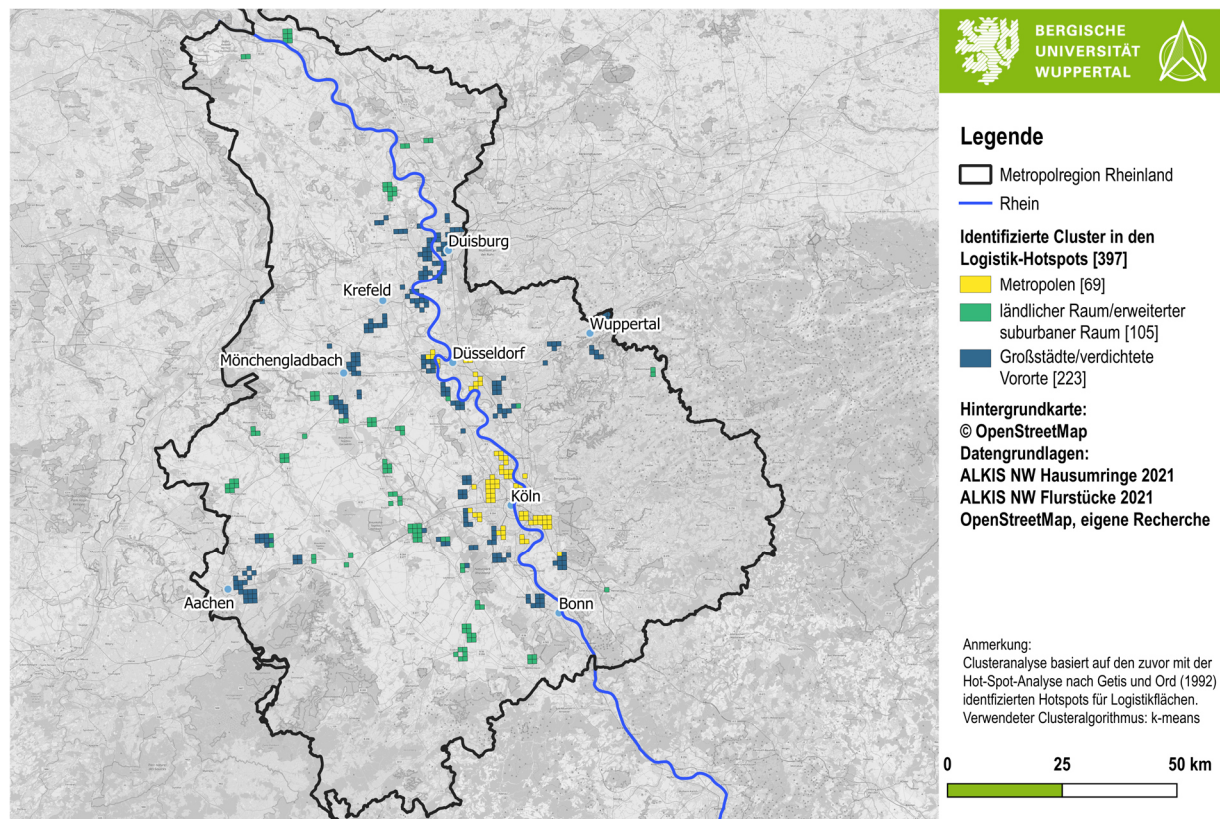


Abbildung 36: räumliche Verteilung der identifizierten Cluster

Das Cluster 1 (Metropolen) besteht aus den 69 Rasterzellen mit insgesamt 428,4 ha identifizierter Logistikfläche, die in beiden Metropolen Düsseldorf und Köln zuvor als Hotspot identifiziert wurden. Dementsprechend ist die Bevölkerungsdichte (Durchschnitt 2687,2 Einwohner/km²) sehr hoch, dies trifft ebenfalls für die Logistikbeschäftigung und die Zahl der Logistikunternehmen zu. Auch die Bodenrichtwerte sind folgerichtig deutlich höher als in den anderen Clustern (Durchschnitt 202 €/m²). Gleichzeitig sind die Fahrdistanzen zum Oberzentrum (Durchschnitt 8,9 km) und zum

KV-Terminal (Durchschnitt 8,2 km) gering. Auffällig ist, dass die in den Rasterzellen existierende gewerblich-industriell Fläche deutlich größer ist (Durchschnitt 23,9 ha) als bei den beiden anderen Clustern.

Das Cluster 2 (ländlicher Raum/erweiterter suburbaner Raum) besteht aus 105 Rasterzellen mit insgesamt 565,1 ha identifizierter Logistikfläche, und zeigt bei vielen Variablen gegensätzliche Tendenzen im Vergleich zum Cluster 1. Die Bevölkerungsdichte ist im regionalen Vergleich niedrig (Durchschnitt 554,04 Einwohner/km²). Dies trifft grundsätzlich auch auf die Logistikbeschäftigung sowie die Anzahl an Logistikunternehmen zu. Auch die Bodenrichtwerte sind im regionalen Vergleich geringer (Durchschnitt 60,5 €/m²). Gleichzeitig sind die Fahrdistanzen zum Oberzentrum (Durchschnitt 30,3 km) und ebenfalls zum nächsten Autobahn-/Kraftfahrstraßenanschluss (Durchschnitt 4,6 km) eher hoch. Dies trifft auch auf die Fahrdistanz zum nächsten KV-Terminal (Durchschnitt 21,9 km) zu, jedoch ist hier die Spannweite der Werte so groß. Dies ist auf die KV-Terminals am Niederrhein in Wesel und Emmerich zurückzuführen, die zur Folge haben, dass es auch in diesen eher ländlichen geprägten Bereichen eine gute KV-Erschließung gibt.

Das Cluster 3 (Großstädte/verdichtete Vororte) besteht aus 223 Rasterzellen und beinhaltet insgesamt 1.034,02 ha identifizierte Logistikfläche und damit mehr Fläche als die beiden anderen Cluster. Dieses Cluster liegt räumlich zwischen beiden obigen Clustern; dies trifft zusammengefasst auch auf die betrachteten Variablen zu, bei denen dieses Cluster bezogen auf die Durchschnitte der Variablen immer im Mittelfeld liegt. Auffällig ist hier dennoch, dass trotz im Vergleich geringer Bodenwerte die Fahrdistanzen zum jeweiligen Oberzentrum (Durchschnitt 10,3 km), KV-Terminal (10,8 km) und Autobahn-/Kraftfahrstraßenanschluss (2,4 km) in vielen Fällen ähnlich gering sind wie bei Rasterzellen des Clusters 1 (Metropolen). Dieses Cluster erfüllt also die Anforderung der in Kapitel 4.2.3 beschriebenen relevanten Standortfaktoren niedriger Grundstückspreise bei gleichzeitig guter Infrastrukturanbindung.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass neben der existierenden Beschäftigungs- und Unternehmensstruktur der Logistik die ortsbezogenen Standortfaktoren Bevölkerungsdichte sowie Entfernung zum Oberzentrum sowie die anbindungsbezogenen Standortfaktoren Fahrdistanz zum nächsten KV-Terminal/zum nächsten Autobahn-/Kraftfahrstraßenanschluss wesentlich für die Unterscheidung unterschiedlicher Cluster beim räumlichen Hotspots der Logistik sind.

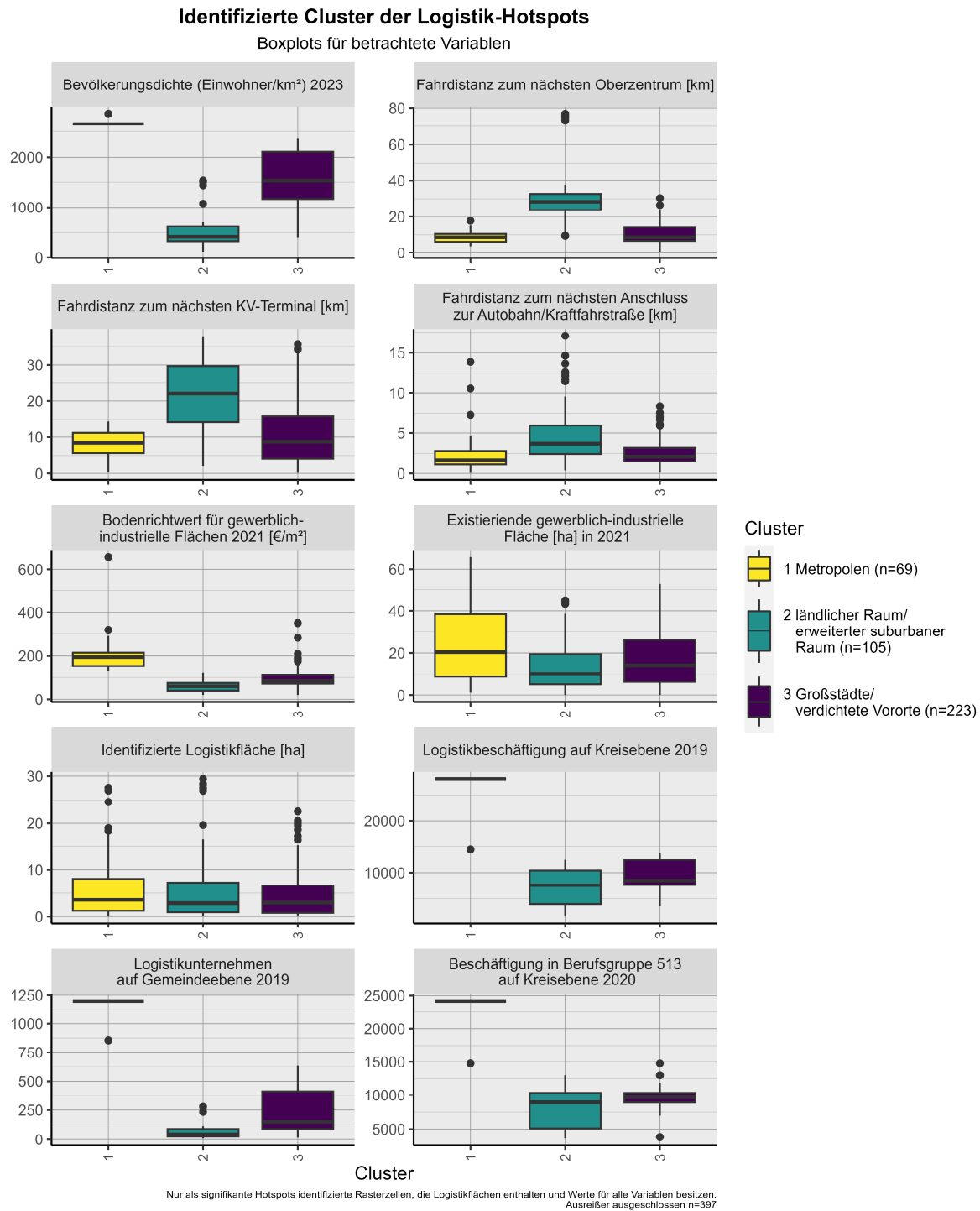


Abbildung 37: Darstellung der Boxplots für die unterschiedlichen Variablen nach Clustern

Vergleich der Cluster mit weiteren Logistikflächen und Potenzialflächen

Um zusätzlich ermitteln zu können, wie sich die Cluster auf alle identifizierten Logistikflächen sowie auch identifizierte Potenzialflächen aufteilen, wurden außerdem für alle Variablen clusterspezifische Minimal-/Maximalwerte ermittelt und auf die Rasterzellen mit existierenden Logistikflächen bzw. Potenzialflächen angewendet. Die Potenzialflächen in der Metropolregion Rheinland wurden aus Leerkamp et al. (2022) entnommen. Für das Cluster 2 (ländlicher Raum) wurden abweichend keine

Maximalwerte für die Entfernung zum KV-Terminal, Oberzentrum und kein Minimalwert für den Bodenrichtwert festgelegt, da dies der Raumstruktur entspricht.

Tabelle 15: Vergleich der identifizierten Cluster mit existierenden/potenziellen Logistikflächen

Cluster	Ergebnisse der Clusteranalyse für Logistik-Hotspots [ha]	Zu Clustern zugeordnete identifizierte Logistikflächen [ha]	Zu Clustern zugeordnete Potenzialflächen [ha]
1 Metropolen	428,4	532,1	71,1
2 ländlicher Raum/erweiterter suburbaner Raum	565,1	1.741,7	2.738,4
3 Großstädte/verdichtete Vororte	1.034,0	2.490,3	1.436,0
Flächen ohne Zuordnung		217,8	139,6
Summe der jeweils zugeordnete Fläche [ha]	2.027,5	4.981,8	4.385,1
Anmerkung: Nur Rasterzellen mit verfügbaren Bodenrichtwerten für Industrie-/Gewerbeflächen berücksichtigt. Die Zuordnung zu mehr als einem Cluster ist möglich. Die Zuordnung zu den jeweiligen Clustern erfolgt nach den jeweiligen Min-/Max-Werten der Cluster für die in Tabelle 13 dargestellten Variablen. Für Cluster 2 wurde aufgrund seiner Lage im ländlichen Raum kein Minimalwert für die Bevölkerungsdichte, den Bodenrichtwert, sowie keine Maximalwerte für die Entfernung zum Oberzentrum und zum nächstgelegenen KV-Terminal definiert.			

Der Großteil der Logistikflächen, die direkt in den Metropolen liegen (Cluster 1), ist bereits Teil der geclusterten Hotspots. Die zusätzliche Fläche bei Betrachtung aller identifizierten Logistikflächen ist sehr gering. Darüber hinaus wird deutlich, dass es innerhalb der Metropolen selbst praktisch keine potenziellen Logistikflächen (71,1 ha) gibt.

Beim Cluster 3 ist zu erkennen, dass etwa die Hälfte der vorhandenen Logistikflächen den Kriterien dieser Cluster entspricht, was wiederum zeigt, dass ein großer Teil der vorhandenen Logistikflächen mindestens in dicht besiedelten Vororten zu finden ist. Wie bereits dargestellt, zeichnet sich dieses Cluster durch eine sehr zentrale und infrastrukturell gut angebundene Lage bei gleichzeitig geringen Bodenrichtwerten aus, was den bekannten Standortfaktoren für Logistikimmobilien entspricht.

Bei den potenziellen Logistikflächen zeigt sich hingegen, dass das größte Flächenpotenzial im ländlichen/erweiterten suburbanen Raum zu finden ist und der Anteil der Flächen, der den Anforderungen von Cluster 3 entspricht, hier geringer ist und nur noch bei einem Drittel liegt. Perspektivisch muss also davon ausgegangen werden, dass es allein aufgrund des geringeren zentralen Flächenangebots zu einer Wanderung der Logistik in Richtung der Ballungsraumränder kommen wird, wie sie in vielen Metropolregionen zu beobachten ist (dazu z. B. Dabanc und Rakotonarivo 2010).

Gegenüberstellung mit Gemeinden nach Bodennutzung durch Logistik

Um zu überprüfen, ob es Zusammenhänge zwischen der Bodennutzung durch die Logistik auf Gemeindeebene und den identifizierten Clustern gibt, werden die in der Clusteranalyse untersuchten

Rasterzellen zusätzlich den Ergebnissen der obigen Untersuchungen hinsichtlich der Bodennutzung durch die Logistik auf Gemeindeebene gegenübergestellt.

Die Gegenüberstellung zeigt Abbildung 38. Das Ergebnis für das Cluster 1 (Metropolen) ist vernachlässigbar, da hier wie beschrieben lediglich Rasterzellen enthalten sind, die sich in den beiden Metropolen Düsseldorf und Köln befinden. Bei Cluster 3 (Grostdtte/verdichtete Vororte) ist auffallend, dass einzelne Gemeinden, in denen Rasterzellen dieses Clusters liegen, einen großen Anteil an der gesamten identifizierten Logistikfläche haben bzw. eine große absolute Logistikfläche (Median etwa 2 %).

Beim Cluster 2 (ländlicher Raum/erweiterter Vororte) ist der Anteil der jeweiligen Gemeinde an der gesamten Logistikfläche deutlich geringer (Median etwa 1 %). Beim Anteil der Logistikfläche an gewerblich/industriell genutzten Flächen auf Gemeindeebene zeigt sich ein umgekehrtes Bild: Der Anteil der Logistikflächen an allen gewerblich/industriell genutzten Flächen auf Gemeindeebene ist bei dem Cluster 2 (Median etwa 20 %) zugeordneten Rasterzellen deutlich höher als beim Cluster 3 (Median etwa 14 %).

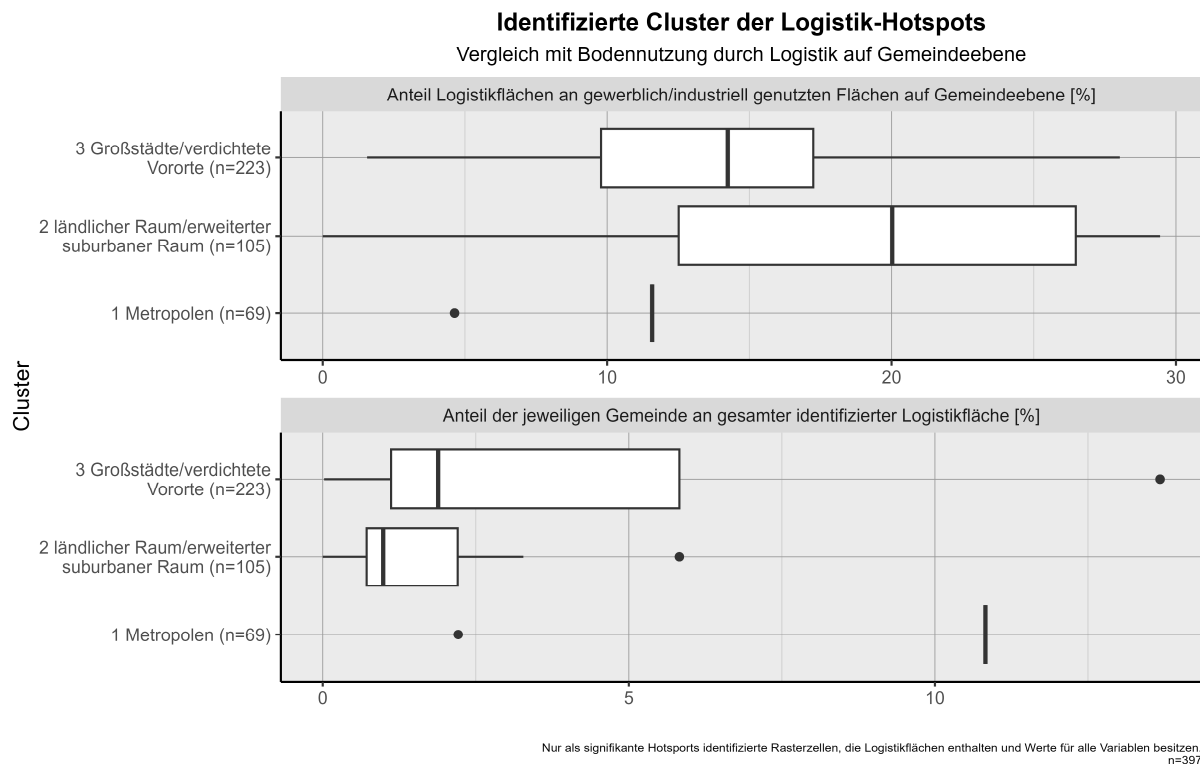


Abbildung 38: Cluster der Logistik-Hotspots und Bodennutzung durch Logistik auf Gemeindeebene

Hier ist deutlich zu sehen, dass die Clusteranalyse auch im Hinblick auf die Bodennutzung der Logistik auf Gemeindeebene Anhaltspunkte liefert. Denn die Rasterzellen, die in den eher zentralen Lagen liegen und deren Gemeinden vielfach eine große absolute Logistikfläche besitzen, finden sich in Cluster 1 und 3, während die im ländlichen bzw. erweiterten suburbanen Raum liegenden Rasterzellen eher in den Gemeinden liegen, die eine geringe absolute Logistikfläche besitzen und in denen die Logistik dennoch einen großen Anteil an der gewerblich-industriell Bodennutzung hat.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die ermittelten Cluster eine nachvollziehbare Einteilung der logistischen Hotspots ermöglichen. Die Beschäftigungs- und Unternehmensstruktur der Logistik und die Bevölkerungsdichte, ferner anbindungsbezogene Standortfaktoren sowie die Entfernung zum Oberzentrum stellen sich abschließend als die wesentlichen Variablen für die Unterscheidung der Cluster heraus. Bei der Übertragung der Standortanforderungen der Cluster auf existierende sowie potenzielle Logistikflächen fällt auf, dass das größte Flächenpotenzial im ländlichen/erweiterten suburbanen Raum zu finden ist und daher perspektivisch von einer Wanderung der Logistik in Richtung Ballungsraumrand auszugehen ist. Hier besteht der Bedarf nach einem planerischen Eingreifen, um eine verkehrssparsame Versorgung mit geeigneten Logistikflächen zu ermöglichen.

4.3.5 Ansatz zur Ermittlung von logistics sprawl

Bei den obigen Korrelationsanalysen hat sich gezeigt, dass hinsichtlich der identifizierten Logistikfläche fast ausschließlich schwache Zusammenhänge mit anderen untersuchten Variablen vorliegen.

Ein Erklärungsansatz ist die Existenz von logistics sprawl im Untersuchungsraum. Dazu wird im Folgenden ein deskriptiver Ansatz auf Gemeindeebene angewendet. Schlüsselvariable für diese Untersuchung ist Entwicklung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung für die WZ-Abteilung 52 (Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr) in den Jahren 2006 bis 2019 auf Gemeindeebene. Dies ist der größte für NRW verfügbare Zeitraum. Wie bereits beschrieben, sind diese bei vielen Gemeinden (32,1 %) anonymisiert.¹⁷ Dennoch repräsentieren diese Gemeinden 77.871 von 83.889 Beschäftigten in der WZ-Abteilung 52 im Jahr 2019.

In der Literatur werden vielfach zentrografische Analysen durchgeführt, um die Existenz von logistics sprawl zu ermitteln. U. a. in Heitz et al. (2017) werden zentrografische Analysen durchgeführt, die den gewichteten geografischen Mittelpunkt (Baryzentrum) zugrunde legen. Für den Untersuchungsraum erscheint dies aufgrund der unterschiedlichen Gemeindegrößen nicht zweckmäßig.

Daher wird hier die zentrografische Analyse dahingehend durchgeführt, dass ausgehend vom Zentroiden einer jeden Gemeinde die Fahrdistanz zum jeweils nächsten Oberzentrum bzw. KV-Terminal berechnet und sodann mit der Beschäftigtenentwicklung gewichtet wird. Somit kann die Änderung der durchschnittlichen Fahrdistanz eines Beschäftigten in der WZ-Abteilung 52 zum nächsten KV-Terminal bzw. Oberzentrum als Indikator für die Existenz von logistics sprawl verwendet werden. Die Erreichbarkeiten werden auch hier Leerkamp et al. (2022) entnommen.

Um eine Vergleichbarkeit mit bisherigen durchgeführten Untersuchungen herzustellen, die sich v. a. auf monozentrische Ballungsräume (hier insb. Paris) beziehen, werden zusätzlich die Regionalstatistischen Raumtypen (RegioStaR 17) des BMDV verwendet (Beschreibung dazu in Sigismund 2018). Tabelle 16 zeigt, wie die Oberzentren im Untersuchungsraum gemäß der RegioStaR17-Typologie eingeteilt werden. Dazu werden zusätzlich die Metropolen und Regiopole als

¹⁷ Aus diesem Grund wurden sie bei obiger Betrachtung der Rasterzellen nicht verwendet.

Fahrtziel betrachtet, für die die durchschnittliche Fahrdistanz eines Beschäftigten in der WZ-Abteilung 52 berechnet wird.

Tabelle 16: Zuordnung der Oberzentren im Untersuchungsraum zur RegioStar 17-Typologie (Sigismund 2018)

RegiostaR17	Bezeichnung	Beschreibung	Zugeordnete Städte im Untersuchungsraum
111	Metropole	Einwohnerzahl der Stadt von mind. rd. 500.000 Einwohner oder mind. rd. 1 Mio. Einwohnern in der Stadtregion	Köln, Düsseldorf, Duisburg (als Teil des Ruhrgebiets)
112	Großstadt einer Metropolitanen Stadtregion	Großstädte, die aufgrund von Pendlerverflechtungen einem übergeordneten großstadtreionalen Einzugsbereich zugeordnet werden	Wuppertal, Krefeld, Mönchengladbach, Bonn
121	Regiopole	Oberzentren mit besonderer regionaler Bedeutung ohne Größe einer Metropole	Aachen

Tabelle 17 zeigt das Ergebnis der Entwicklung der durchschnittlichen Fahrdistanz eines Beschäftigten der WZ-Abteilung 52. Es zeigt sich, dass die Entfernung zum nächsten KV-Terminal sowie zur/zum nächsten Metropole/Regiopol leicht zunimmt, während sich die Entfernung zum nächsten Oberzentrum sogar verringert, was konträr zu den meisten Untersuchungen ist. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Beschäftigungswachstum in den beiden Großstädten Krefeld und Mönchengladbach, die dem großstadtreionalen Einzugsbereich von Düsseldorf zugeordnet sind, etwa 58 % des gesamten Beschäftigtenwachstums der Region in der WZ-Abteilung 52 ausmacht. Mönchengladbach hat seine Beschäftigtenzahl im Betrachtungszeitraum mehr als verdreifacht. Wie Abbildung 27 zeigt, haben die beiden Gemeinden auch einen großen Anteil an der gesamten Logistikfläche im Untersuchungsraum.

Es ist also erkennbar, dass sich das Beschäftigtenwachstum auf einzelne Oberzentren konzentriert, was aus Perspektive der Raumordnung und Verkehrsnetzplanung wünschenswert ist. Einen großen Anteil haben dabei diejenigen Oberzentren, die als Großstadt klassifiziert werden. Zu beachten ist, dass nicht alle Großstädte Anteil an diesem Wachstum haben. In Wuppertal gibt es im Untersuchungszeitraum sogar einen Rückgang der Beschäftigung.

Zu Mönchengladbach ist zusätzlich anzumerken, dass es das einzige Oberzentrum ist, dass kein KV-Terminal im näheren Umfeld und somit diese Option der Verkehrsverlagerung nicht besitzt – somit ist auch der leichte Anstieg im Hinblick auf die Fahrdistanz zum nächsten KV-Terminal zu erklären. Zusätzlich ist zu erwähnen, dass ab 2007 mit dem Regiopark eine großes auf Logistik ausgerichtete Gewerbegebiet entwickelt wurde (Kommunal Agentur NRW GmbH o. J.). Auch Duisburg positioniert sich als bedeutsamer Hafenstandort als Standort für weiteres Logistikansiedlungen. U. a.

hat die Hafengesellschaft Duisport in umfangreichem Maß Standorte für Logistik entwickelt, die sogenannten *Logports*.

Tabelle 17: Entwicklung der durchschnittlichen Fahrdistanz eines Beschäftigten der WZ-Abteilung 52

Durchschnittliche Fahrdistanz eines Beschäftigten der WZ-Abteilung 52	2006	2019	Abs. Veränderung 2006-2019
zum nächsten KV-Terminal	11,7	12,1	+0,4
zum nächsten Oberzentrum	10,1	9,6	-0,5
zum Metropol-/ Regiopolkern	14,6	14,9	+0,3
Gesamtzahl SvB in WZ-Abteilung 52	67.760	77.871	+10.111
Anmerkung: Beschäftigte werden jeweils dem Zentroid ihres Arbeitsortes zugeordnet			

Abbildung 39 zeigt eine zusätzliche Gegenüberstellung zwischen dem Anteil der jeweiligen Gemeinden an allen identifizierten Logistikflächen sowie den Anteil der Gemeinden an der Beschäftigtenentwicklung in der WZ-Abteilung 52 im Untersuchungsraum sowie die Entfernung der Gemeinden zum jeweils nächstgelegenen Oberzentrum. Hier ist feststellbar, dass Gemeinden mit großem Beschäftigtenwachstum insbesondere diejenigen mit einer großen absoluten Logistikfläche sind. Gemeinden im suburbanen Raum (wie Langenfeld und Bergheim) haben ein absolutes Beschäftigtenwachstum, das jedoch maximal 7,5 % des gesamten regionalen Wachstums entspricht (etwa 760 Beschäftigte).

Somit lässt sich feststellen, dass zwischen 2006 und 2019 zwar eine geringfügige Wanderung der Beschäftigung weg von den Ballungsraumkernen stattgefunden hat, diese jedoch vor allem darauf zurückzuführen ist, dass sich das Beschäftigtenwachstum neben Duisburg auf die als Oberzentrum ausgewiesenen Großstädte Krefeld und Mönchengladbach konzentriert hat, die dem großstadtregionalen Einzugsbereich von Düsseldorf zugeordnet werden. Bei Duisburg und Mönchengladbach ist bekannt, dass der Fokus auf Logistik auch Teil einer Gewerbeansiedlungsstrategie ist, auf die sich dieses Wachstum zurückführen lässt.

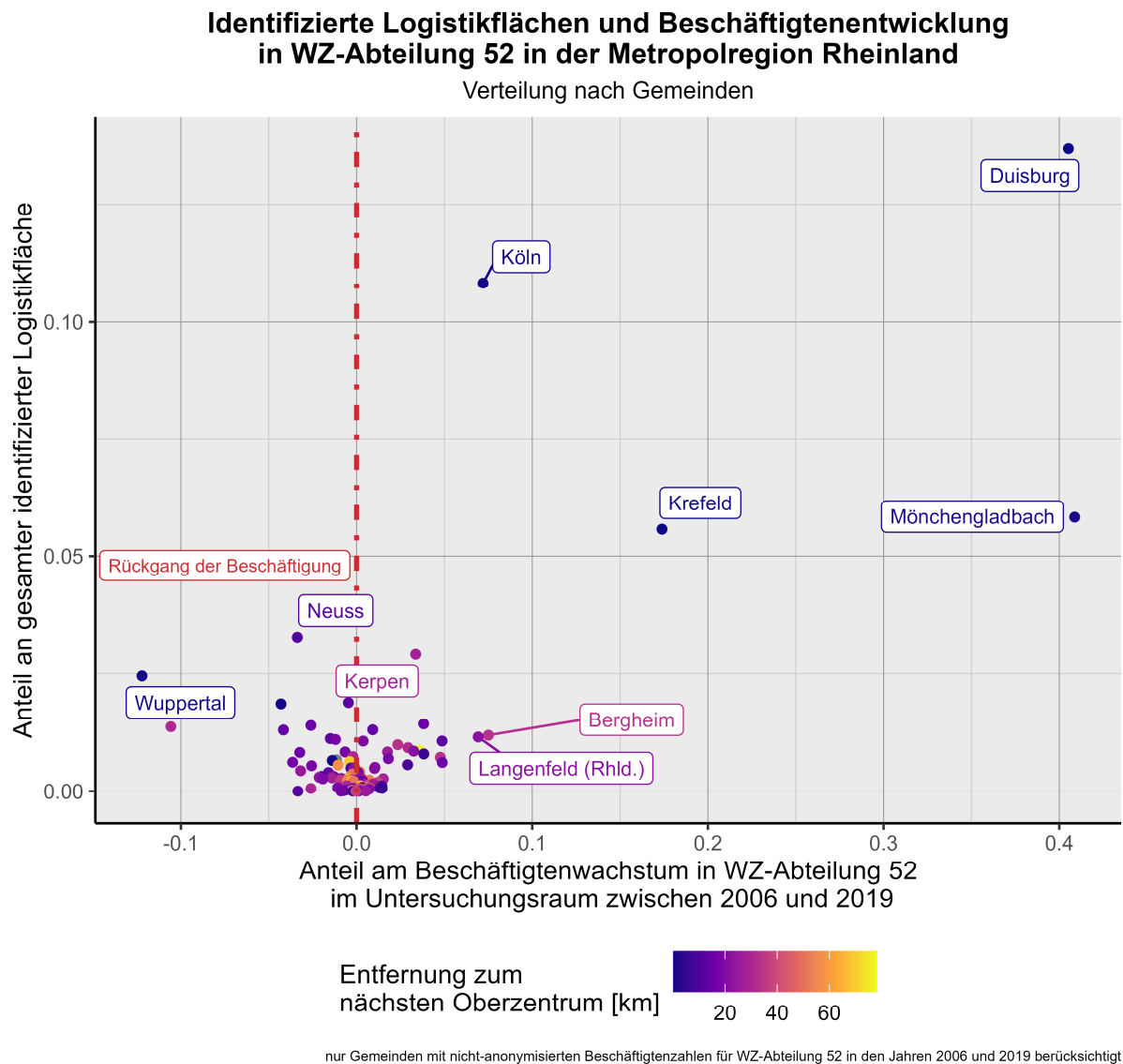


Abbildung 39: Gegenüberstellung Anteil an identifizierten Logistikflächen mit Beschäftigtenentwicklung in WZ-Abteilung 52

4.3.6 Fazit zu den eigenen Untersuchungen

Zusammenfassend zeigen die durchgeführten Untersuchungen, dass für die Raumbeobachtung der Logistik eine Identifizierung von Logistikflächen möglich ist, jedoch Schwierigkeiten bei der Datenqualität vorliegen, die auch von anderen Datenquellen (z. B. Bautätigkeitsstatistik) bekannt sind. Mit Blick auf eine zukünftige Raumbeobachtung können die hier identifizierten Logistikflächen als Ausgangspunkt für eine dauerhafte Beobachtung nach selbigem Vorgehen verwendet werden.

Es zeigt sich, dass eine starke Konzentration von Logistikflächen auf einzelne Gemeinden erfolgt; dies zeigt auch das Moran's Maß für den Untersuchungsraum, das vergleichbar mit Südkalifornien ist. Insb. im ländlichen suburbanen Raum haben Logistikflächen einen großen Anteil an der gewerblich-industriellen Bodennutzung.

Die Hotspots-Analyse auf Basis von 1 km²-Rasterzellen zeigt zudem, dass sich die Hotspots der Logistikflächen v. a. auf drei Regionen/Einrichtungen konzentrieren:

- Metropolen/Regiopolen und deren Vororte
- entlang von Autobahnen in Gebieten mit flachem Relief (westlich von Köln/Düsseldorf und südlich von Mönchengladbach)
- große KV-Terminals/Häfen (vor allem Duisburg)

Verglichen mit den gemeindebezogenen Auswertungen lässt sich darüber hinaus feststellen, dass die meisten Hotspots in Gemeinden liegen, die entweder eine hohe absolute Logistikfläche haben oder in denen die Logistikflächen einen großen Anteil (min. 20 %) an allen gewerblich-industriell genutzten Flächen haben.

Die danach durchgeführten Korrelationsanalysen kommen zum Ergebnis, dass die Anzahl der Logistikunternehmen und die Anzahl der Beschäftigten für die verschiedenen Logistikbranchen auf Gemeinde- bzw. Kreisebene größtenteils signifikant und stark positiv miteinander sowie mit der jeweiligen Bevölkerungsdichte korreliert sind. Im Gegensatz zum Vorkommen von Logistikbetrieben und Logistikbeschäftigten weist die identifizierte Logistikfläche fast nur Korrelationen geringer Effektstärke auf. Die Fläche der bestehenden Industrie-/Gewerbeflächen ist die einzige Variable, bei der eine positive Korrelation mittlerer Effektstärke mit der identifizierten Logistikfläche vorliegt. Die vielfach in der Literatur genannte Bedeutung niedriger Bodenpreise für Logistiksiedlungen kann durch die Korrelationsanalyse nicht bestätigt werden. Vielmehr finden sich hohe Beschäftigtenzahlen in der Logistik in Bereichen mit hohen Bodenrichtwerten.

Um mögliche Typen von Logistik-Hotspots identifizieren zu können, wurde danach auf Basis der identifizierten Logistik-Hotspots eine Clusteranalyse durchgeführt. Die im Ergebnis identifizierten Cluster ermöglichen eine nachvollziehbare Einteilung der logistischen Hotspots. Die Beschäftigungs- und Unternehmensstruktur der Logistik, die Bevölkerungsdichte sowie die erreichbarkeitsbezogenen Standortfaktoren sind dabei diejenigen Standortfaktoren, nach denen sich die unterschiedlichen Cluster und damit die identifizierten Raumtypen der Logistik unterscheiden. Das dritte Cluster, das Großstädte und verdichtete Vororte umfasst, hat bei einer zentralen und guten Infrastrukturanbindung gleichzeitig eher niedrige Bodenpreise. Der Unterschied zu den Ergebnissen der Korrelationsanalysen (durchgeführt für alle Rasterzellen, die Logistikflächen enthalten), die einen Zusammenhang zwischen niedrigen Bodenpreisen und großer Logistikfläche in Rasterzellen verneinen, dürfte darauf zurückzuführen sein, dass wie in Kapitel 2.3 beschrieben auch planerisch-politische Entscheidungen Logistiksiedlungen beeinflussen und somit *günstige* raumstrukturelle Variablen nicht zwangsläufig zu großen Logistiksiedlungen führen, aber dieser Standortfaktor dennoch für realisierte Logistik-Hotspots von Relevanz ist.

Die Standortanforderungen der Cluster wurden zusätzlich auf existierende sowie potenzielle Logistikflächen übertragen. Dabei zeigt sich, dass das größte Flächenpotenzial im ländlichen/erweiterten suburbanen Raum zu finden und daher perspektivisch von einer Wanderung der Logistik in Richtung Ballungsraumrand auszugehen ist.

Zusätzlich wurde auf Gemeindeebene auf Basis von Beschäftigtenaten in der zugehörigen WZ-Abteilung 52 eine vereinfachte Überprüfung auf die Existenz von logistics sprawl vorgenommen. Dabei ist erkennbar, dass zwischen 2006 und 2019 zwar eine geringfügige Wanderung der Beschäftigung weg von den Ballungsraumkernen stattgefunden hat. Diese ist jedoch vor allem darauf

zurückzuführen, dass sich das Beschäftigtenwachstum neben Duisburg auf die als Oberzentrum ausgewiesenen Großstädte Krefeld und Mönchengladbach konzentriert hat, die dem großstadtregionalen Einzugsbereich von Düsseldorf zugeordnet werden. Für Duisburg und Mönchengladbach ist bekannt, dass diese sich strategisch als Logistikstandort positionieren. Dies kann auch ein Erklärungsansatz dafür sein, dass insb. die Korrelationsverfahren nicht zu einem eindeutigen Verfahren kommen.

Im Ergebnis ergeben sich hieraus weitere Forschungsbedarfe:

- weitere Validierung der Logistikimmobilienstandorte, v. a. aufgrund lokal uneinheitlicher Zuordnung der Gebäudefunktionen
- Durchführung selbiger Untersuchungen unter Verwendung kleinräumigerer Strukturdaten, z. B. im Hinblick auf die Beschäftigung, um u. a. Einflüsse unterschiedlicher Gemeindegrößen zu reduzieren,
- kleinräumige Betrachtung von Logistikflächen über einen längeren Zeitraum, wie sie in vielen anderen Arbeiten, z. B. in Dablanc et al. (2014), bereits durchgeführt wurde
- Differenzierung der Logistikimmobilien nach einer Typologie von Logistikimmobilien wie in Heitz et al. (2019) oder Veres-Homm und Weber (2019).

Im Rahmen der Anwendung in der Praxis sollte insbesondere der Fokus auf die Untersuchung der Bodennutzung durch Logistikflächen (Kapitel 4.3.1 und 4.3.2), zusätzlich differenziert nach Logistiksegmenten und erweitert um Erreichbarkeiten relevanter POIs wie KV-Terminals, sowie auf die in Kapitel 4.3.5 dargestellte vereinfachte Untersuchung der Wanderung der Logistikbeschäftigung gelegt werden. Diese Untersuchungen liefern relevante Informationen zur Flächeninanspruchnahme und zu verkehrlichen Wirkungen von Logistikansiedlungen und sind des Weiteren vergleichsweise einfach umsetzbar.

5 Weiterentwicklung einer Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs

Das zweite beispielhaft anzuwendende Element des hier entwickelten Planungsprozesses stellt die **Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs (ZO_{GV})** als übergreifendes Standortraumkonzept dar. Diese dient als konzeptionelle Grundlage für die Verkehrsnetzentwicklung des Güterverkehrs sowie zur Bewertung von Logistikansiedlungen.

Die „Richtlinien für integrierte Netzgestaltung“ (RIN) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) legen fest, wie Verkehrsnetze in Deutschland funktional gegliedert werden und ihre verbindungsbezogene Angebotsqualität bewertet werden kann (FGSV 2008). Ziel der RIN ist, Netzlücken zu bestimmen, Ausbaubedarfe festzustellen und gleichzeitig ein möglichst flächensparsames und effizientes Verkehrsnetz aufzubauen (ebd., S. 5). Zugrunde gelegt wird hierbei das im Raumordnungsgesetz festgeschriebene und in den Landesentwicklungs- bzw. Regionalplänen ausgewiesene Zentrale-Orte-Konzept, das auf Christaller (1933) zurückgeht. Das Vorgehen der Verbindung Zentraler Orte erfolgt aus Sicht des Personenverkehrs nachvollziehbar aus der vorhandenen bzw. normativ zugewiesenen Funktion dieser Orte, deren „klassische Funktion [...] [die] Versorgung der Bevölkerung mit Gütern und Dienstleistungen“ (Terfrüchte und Flex 2018) ist. Daher sind Zentrale Orte „Mobilitätsziele im privaten und öffentlichen Verkehr“ (ebd.). Des Weiteren kommt „zentralen Orten [...] auch eine Bedeutung für die Stabilisierung und Entwicklung von Teilräumen zu“ (Entwicklungsfunktion) (ebd.).

Bedarf für eine güterverkehrsspezifische Klassifizierung

Bezogen auf den Güterverkehr verhält es sich anders: Der Rang einer Gemeinde im Zentrale-Orte-Konzept lässt nicht unmittelbar Rückschlüsse auf die Relevanz der jeweiligen Gemeinde für den Güterverkehr zu (Klemmer 2016). Douglas (2014) zeigt dies durch den Abgleich der Aufkommensschwerpunkte im Güterverkehr aus der Verkehrsverflechtungsprognose 2025 (BVU und Intraplan Consult GmbH 2007) und der siedlungsstrukturellen Kreistypen (BBSR 2008): „die Verteilung der Aufkommensschwerpunkte [folgt] nicht unbedingt der raumordnerischen Zentralität [...] (z. B. Berlin), wie dies im Personenverkehr der Fall ist“. Dieses Problem wird bereits im Raumordnungsbericht 2011 aufgegriffen und daraus die Anforderung formuliert, dass „eine aus Sicht der Raumordnung entwickelte Netzkonzeption [...] das Zentrensystem in Deutschland im Zusammenhang [betrachtet], [...] [und] neben Zentralen Orten auch herausragende Logistikzentren [berücksichtigen muss]“ (BBSR 2012). Die Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) zeigt im Gutachten zum Beschluss zu „Auswirkungen des Online-Handels auf stationären Handel, Siedlungsstruktur, Verkehr und Logistik – Steuerungsmöglichkeiten der Raumordnung“ in Mai 2022 zusätzlich auf, dass es „denkbar [ist], geeignete Standorte durch ein überregionales Standort- und Funktionskonzept für logistische bzw. verkehrsintensive Nutzungen zu identifizieren, das wie im Personenverkehr durch die ‚Richtlinien für integrierte Netzgestaltung‘ (FGSV 2008: RIN 08) datengestützt für logistische Nutzungen geeignete Regionen, Gebiete und Standorte ermittelt.“ (MKRO 2022) Für die Netzplanung des Güterverkehrs liegen darüber hinaus noch keine Methoden zur Bewertung der Angebotsqualität vor, sondern lediglich für den Personenverkehr, der beim

Verkehrsträger Straße geringere Beschränkungen der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten aufweist (Klemmer und Leerkamp 2016).

In der gültigen Form der RIN wird der Güterverkehr lediglich in Form ausgewählter Verknüpfungspunkte mitberücksichtigt. Im Anschluss an die funktionale Gliederung der Netze wird dann geprüft, ob diese Standorte angemessen angebunden sind (FGSV 2008, S. 41). Ein mit dem Personenverkehr vergleichbares konzeptionelles Vorgehen für den Aufbau von Verkehrsnetzen liegt derzeit nicht vor.

Daraus ergibt sich, dass es sowohl vonseiten der Verkehrsnetzplanung als auch vonseiten der Raumordnung Bedarf für ein Standortraumkonzept für Zentrale Orte des Güterverkehrs (ZO_{GV}) gibt. Im Folgenden werden daher am Beispiel des Regionalverbands Großraum Braunschweig bestehende Ansätze für die Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs vergleichend untersucht und ein neuer Ansatz entwickelt, der die Anforderungen herkömmlicher Zentrale-Orte-Konzepte berücksichtigt. Für diesen werden ebenfalls Verknüpfungsregeln für Entwicklung von Verkehrsnetzen für den Straßengüterverkehr entwickelt.

5.1 Überblick über bestehende Ansätze für die Klassifizierung von ZO_{GV}

Bestehende Ansätze zur Klassifizierung von ZO_{GV} liegen bislang für unterschiedliche Raumaggregate vor. Die Aufnahme von Logistik/Güterverkehr als zentralörtliche Funktion in Raumordnungsplänen findet nur in Einzelfällen statt.

5.1.1 wissenschaftlich-konzeptionelle Ansätze

Auf Ebene der **Kreise und kreisfreien Städte (NUTS3)** ermittelt Kotzagiorgis (2014) Standorträume auf Ebene der BVWP-Zellen (i. d. R. der Kreise und kreisfreien Städte) aus Daten der Bundesverkehrswegeplanung (u. a. Aufkommen, Relationen, Multimodalität, Güterwertigkeiten). Douglas (2014) ermittelt Kreistypen des Güterverkehrs unter Berücksichtigung der siedlungsstrukturellen Kreistypen, des Güterverkehrsaufkommens und seiner -entwicklung, der Verkehrsbelastung durch den Güterverkehr sowie dem logistikrelevanten Beschäftigungsanteil.

Auf Ebene von **Verwaltungsgemeinschaften (LAU1)** recherchiert Klemmer (2016) Betriebsstandorte und weist diesen auf Basis einer qualitativen Abschätzung eine Hierarchieebene sowie eine Funktion (Produktion, Logistik) zu. Leerkamp et al. (2019) übertragen den Ansatz von Kotzagiorgis (2014) auf Ebene der kommunalen Verwaltungsgemeinschaften und disaggregieren das Quell- und Zielverkehrsaufkommen der BVWP-Planungsregionen räumlich auf die Ebene von Städten und Verwaltungsgemeinschaften (LAU 1-Gebiete) u. a. unter Verwendung von Beschäftigtendaten und klassifizieren Zentrale Orte des Güterverkehrs (ZO_{GV}) analog zu den zentralen Orten regelbasiert anhand ihrer raumfunktionalen Bedeutung. Hierbei werden verkehrsintensive Einzelstandorte des produzierenden Gewerbes, Knoten des Güterverkehrs sowie Beschäftigungsschwerpunkte von Produktion und Logistik berücksichtigt.

5.1.2 Adressierung in der förmlichen Raumordnung

In der förmlichen Raumordnung ist lediglich das Regionale Raumordnungsprogramm (RROP) des Landkreises Emsland bekannt, in dem Logistik/Güterverkehr im Rahmen der Ausweisung

Zentraler Orte adressiert wird (Landkreis Emsland 2019). In diesem wird den Grundzentren Haren (Ems), Dörpen, Spelle und Salzbergen die mittelzentrale Teilfunktion Logistik/Hafen zugeordnet (ebd.).

Hierbei wird die Möglichkeit aus dem Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen aufgegriffen, wonach Grundzentren, die neben ihrer Versorgungsfunktion mittelzentrale Aufgaben wahrnehmen oder diesbezüglich eine besondere Spezialisierung aufweisen, in Einzelfällen durch Stärkung dieser Funktionen einen besonderen Beitrag zur Regionalentwicklung leisten sollen (ML Nds 2022).

Im RROP wird darauf hingewiesen, dass eine einzige Besonderheit (z. B. Vorhandensein eines GVZ) zur Festlegung dieser Teilfunktion *nicht* genügt, sondern mehrere logistik-/hafenspezifische Festlegungen (Vorranggebiete) vorhanden sein müssen. Mit der Ausweisung der Teilfunktion „wird die herausragende Bedeutung des jeweiligen Standortes nochmals übergreifend betont.“ (ebd.) Dennoch wird bei der gemeindespezifischen Begründung der Ausweisung dieser Teilfunktion im Wesentlichen auf das Vorhandensein von Logistikinfrastruktur (GVZ in Dörpen oder relevante Häfen in Haren, Spelle/Salzbergen) verwiesen (ebd.).

5.2 Anwendung bestehender kleinräumiger Ansätze für die Klassifizierung von ZO_{GV}

Im Folgenden werden kleinräumige Ansätze auf LAU 1-Ebene (kommunale Verwaltungsgemeinschaften, in Niedersachsen Samtgemeinden) im Detail vorgestellt, beispielhaft angewendet und danach ein eigener Ansatz entwickelt. Die Unterscheidung zwischen LAU 1- und LAU 2-Ebene gibt es seit 2017 nicht mehr, stattdessen existiert in der europäischen Statistik nur noch die LAU-Ebene, die den Gemeinden entspricht (Quelle: eurostat o. J.).

Auf die rein auf die Güternachfrage abzielenden Ansätze (v. a. Kotzagiorgis 2014) wird hier bewusst verzichtet, denn diese sind lediglich Ausdruck derzeitiger wirtschaftlicher Nachfragestrukturen. Somit wird den Vorgaben des Raumordnungsgesetzes (ROG), u. a. der Entwicklung einer „räumlich ausgewogene[n] Wirtschaftsstruktur und wirtschaftsnahe[n] Infrastruktur“ (§ 2 ROG) Rechnung getragen. Eine konsequente Durchführung dieser Ansätze würde darüber hinaus dazu führen, dass eigentlich langlebige Verkehrsinfrastrukturen sich ständig einer sich schnell wandelnden räumlichen Verteilung der Güterverkehrsnachfrage anpassen müssten.

Alle Ansätze werden beispielhaft am Gebiet des Regionalverbands Braunschweig angewendet. Dieser ist seit der Wiedereinigung zentral im Bundesgebiet gelegen und ein international bedeutsamer Industriestandort, insb. der Automobilindustrie (Wolfsburg) und Stahlindustrie (Salzgitter, Peine). Mit den Oberzentren Braunschweig, Salzgitter und Wolfsburg ist er daneben ebenfalls ein bedeutender Absatzmarkt.

Um eine regionale Übertragbarkeit zu überprüfen, wird der neu entwickelte Ansatz später ebenfalls auf die Metropolregion Rheinland übertragen.

5.2.1 Datengrundlagen

Als bundesweite Datengrundlage dient hierbei eine in Leerkamp et al. (2019) händisch aufgebaute Datenbank, die Standorte singulärer Verkehrserzeuger enthält:

- Produktionsrelevante Industrien (u. a. Automobilindustrie, Chemieindustrie)
- Logistikinfrastruktur (z. B. Seehäfen, KV-Terminals)
- Private Logistikstandorte (u. a. Stückgutkooperationen, Kurier-Express-Paket-Dienstleister, Distributionslager der großen Lebensmittelhändler)
- weitere kritische Infrastrukturen (z. B. Kraftwerke)

Zusätzlich liegen mit Datenstand 2015 Beschäftigtendaten bundesweit auf LAU 1-Ebene vor. Zugrunde gelegt wurden hier WZ-Aggregate, die Ergebnis einer Clusteranalyse sind, bei der Wirtschaftszweige auf Basis der Input-Output-Rechnung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung 2019 (Destatis 2019c)¹⁸ nach der Ähnlichkeit ihres Güteraufkommens geclustert wurden (Leerkamp et al. 2019, 62 f.). Tabelle 18 zeigt diese Einteilung.

Tabelle 18: nach Ähnlichkeit des Güteraufkommen geclusterte WZ-Aggregate (Leerkamp et al. 2019)

Zusammengefasste WZ-Abteilungen gemäß WZ 2008						
Produktion	Rohstoff-gewinnung	Logistik	Grundver-sorgung	Konsum	Sonstige	Personen-verkehr
10-33	01 - 03, 05 – 09	49.2, 49.4, 49.5, 50.2, 50.4, 51.2, 52, 53	35 - 39	45 - 47, 55, 56	41 - 43, 58 - 99	49.1, 49.3, 50.1, 50.3, 51.1

Im Zuge der vorliegenden Arbeit wurden in beiden Untersuchungsräumen die im jeweiligen Untersuchungsraum befindlichen singulären Verkehrserzeuger auf ihren aktuellen Status überprüft.¹⁹ Zusätzlich wurden zur Berücksichtigung möglicher regionaler Besonderheiten und aus Aktualitätsgründen weitere Datenquellen zurate gezogen. Einerseits wurden **Beschäftigtendaten** sowohl der Bundesagentur für Arbeit als auch aus dem Unternehmensregister beim jeweiligen Landesamt für Statistik angefragt. Der Vorteil des Unternehmensregisters ist hierbei, dass auch die Anzahl der Niederlassungen abgefragt werden kann, was eine Hochrechnung der Beschäftigtenzahlen erleichtert. Zugrunde gelegt wurden hier dieselben WZ-Aggregate.

Zusätzlich wurde basierend auf diesen WZ-Aggregaten eine **Gewerbestandortdatenbank** aufgebaut. Dabei wurden im Untersuchungsraum bestehende verkehrserzeugende Gewerbestandorte (Grundstücksfläche größer als 1 ha) recherchiert. Als Orientierung für die Suche nach Gewerbestandorten wurden hierbei Gewerbeflächen aus OpenStreetMap verwendet (OpenStreetMap contributors o. J.). In den restlichen Orten wurden die Schlüsselindustrien verortet und zusätzlich alle in der Firmendatenbank Hoppenstedt (Bisnode Deutschland o. J.) enthaltenen Firmen mit mehr als 500 Mitarbeitern verortet. Darüber hinaus wurde in beiden Untersuchungsräumen eine aktuelle Datenbank von KV-Terminals aufgebaut.

¹⁸ Die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung gibt für alle Wirtschaftszweigabteilungen an, welche und wie viele Güter sie produzieren (Output) bzw. verwenden (Input). Die dort verwendete Klassifizierung der Gütergruppen (CPA) lässt sich auf die NST-Gütergruppen der europäischen Verkehrsstatistik übertragen.

¹⁹ Dies betrifft z. B. die Außerbetriebnahme von Kohlekraftwerken im Zuge der Energiewende.

5.2.2 Raumfunktionaler Ansatz nach Leerkamp et al. (2019)

Im Rahmen des Projekts „Kleinräumige Standortuntersuchung beim Güterverkehr für eine verbesserte integrierte Netzplanung“ (Leerkamp et al. 2019) wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem ZO_{GV} anhand ihrer raumfunktionalen Bedeutung auf Ebene der Verwaltungsgemeinschaften im gesamten Bundesgebiet ausgewiesen werden. Im Zuge der hier vorliegenden Arbeit wurden die Einstufungen im Untersuchungsraum anhand vorliegender Strukturdaten bzw. recherchierter Einzelstandorte (siehe oben) neu angewendet. Tabelle 19 zeigt die Regeln des hier verwendeten Ansatzes.

Analog zum Zentrale-Orte-Konzept liegt der Fokus auf der raumordnerisch zugeordneten Funktion anstatt auf dem realisierten Güterverkehrsaufkommen. Durch die Einbeziehung von bereits existierenden Knoten des Güterverkehrs (z. B. KV-Terminals und Häfen) wird ebenfalls ein Beitrag zur Stärkung dieser Knoten geleistet sowie zum übergeordneten Ziel der modalen Verlagerung des Güterverkehrs auf Schiene und Binnenschiff. Gleichzeitig werden kritische Infrastrukturen berücksichtigt, für die Versorgungswege auch unter eingeschränkter Funktionsfähigkeit von Verkehrsnetzen bereitgestellt werden müssen (u. a. Versorgung von Kohlekraftwerken bei Niedrigwasserständen). Das regelbasierte Vorgehen ermöglicht eine Wiederholbarkeit, unabhängig von wirtschaftlichen Konjunkturschwankungen.

Tabelle 19: Regeln für die Klassifizierung der zentralen Orten des Güterverkehrs nach Leerkamp et al. (2019)

A-Standort (internationale Bedeutung) Die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (SvB) in der Produktion beträgt mindestens 25.000 Beschäftigte ODER es liegt mindestens ein Seehafen mit internationaler Bedeutung, ein Standort der Automobilindustrie, ein Stahlwerk, ein Chemieunternehmen mit mehr als 100 Beschäftigten, ein Frachtflughafen oder ein güterverkehrsrelevantes Kraftwerk im Gebiet.
B-Standort (nationale Bedeutung) Die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (SvB) in der Wirtschaftsgruppe Produktion beträgt mehr als 10.000 und weniger als 25.000 Beschäftigte ODER es liegt mindestens ein Binnenhafen, ein GVZ, eine öffentlich zugängliche Anlage des kombinierten Verkehrs, ein Flughafen mit einem Luftfrachtaufkommen von weniger als 500.000 t/a, ein Unternehmen der Luftfahrtindustrie oder ein Rangierbahnhof vor oder die Anzahl der SvB in der Wirtschaftsgruppe Logistik beträgt mehr als 1.000 Beschäftigte.
C-Standort (überregionale Bedeutung) Die Anzahl der SvB in der Wirtschaftsgruppe Produktion beträgt mehr als 5.000 und weniger als 10.000 Beschäftigte ODER die Anzahl der SvB in der Wirtschaftsgruppe Logistik beträgt mehr als 500 und weniger als 1.000 Beschäftigte
D-Standort (maximal regionale Bedeutung) Alle LAU1-Gebiete, die kein A, B oder C-Standort sind, sind D-Standorte

Anwendung

Für das Verfahren liegt bereits eine bundesweite Klassifizierung mit Datenstand 2018 vor, die zum einen auf Beschäftigungsdaten der Bundesagentur für Arbeit und zum anderen auf in der oben beschriebenen Datenbank enthaltene Einzelstandorte zurückgreift, soweit diese relevant sind. Im Untersuchungsraum wurde das Verfahren neu angewendet, indem wie beschrieben aktualisierte und aufbereitete Beschäftigungsdaten aus 2019 verwendet wurden (zur Datenaufbereitung siehe weitergehend Leerkamp et al. 2023) und einstufigsrelevante Standorte (z. B. KV-Terminals, Kraftwerke) auf ihren aktuellen Status überprüft wurden.

Folgende Änderungen ergeben sich hierdurch im Untersuchungsraum im Gegensatz zur 2018 veröffentlichten Klassifizierung:

- Das Braunkohlekraftwerk Helmstedt-Buschhaus ist inzwischen stillgelegt. Im Ergebnis ist die Stadt Helmstedt kein A-Standort mehr, sondern nun ein C-Standort, da mehr als 500 SvB in der Logistik tätig sind.
- Das Kraftwerk in Hohenhameln war zwischenzeitlich stillgelegt und wurde aufgrund der mit dem Ukraine-Krieg zusammenhängenden Energie-Krise wieder in Betrieb genommen. Inzwischen ist die Gemeinde Hohenhameln weiterhin A-Standort.

- Der Hafen Wittingen war aufgrund des überregionalen Fokus‘ des vorherigen Projekts in der grundlegenden Standortdatenbank nicht enthalten, sodass dieser nicht bei der Einstufung berücksichtigt wurde (siehe Abbildung 40). Insofern wird die Stadt Wittingen von einem D-Standort zu einem B-Standort heraufgestuft.
- Auf die Recherche von Standorten der Automobilzuliefererindustrie wurde in Leerkamp et al. (2019) begründet verzichtet. Angesichts großer relevanter Standorte (u. a. Continental) sind bei der hier vorgenommenen vertieften regionalen Betrachtung jedoch ebenfalls Gifhorn und Isenbüttel als A-Standorte einzustufen.

Als Orte internationaler Bedeutung (A-Standorte) werden die Oberzentren Braunschweig (u. a. Volkswagen-Werke), Salzgitter (Stahlwerk Salzgitter AG), Wolfsburg (Volkswagen-Werke), die Stadt Peine (u. a. Stahlwerk von Peiner Träger), Langelsheim (großer Einzelstandort der chemischen Industrie) sowie Gifhorn und Isenbüttel (Automobilindustrie) ausgewiesen. Orte nationaler Bedeutung (B-Standorte) existieren im Untersuchungsraum abgesehen von Wittingen (Binnenhafen) nicht. Orte regionaler Bedeutung (C-Standorte) stellen die beiden Kreisstädte Helmstedt und Goslar dar, die beide die Schwellenwerte von 500 SvB in der Logistik überschreiten (siehe Abbildung 40).

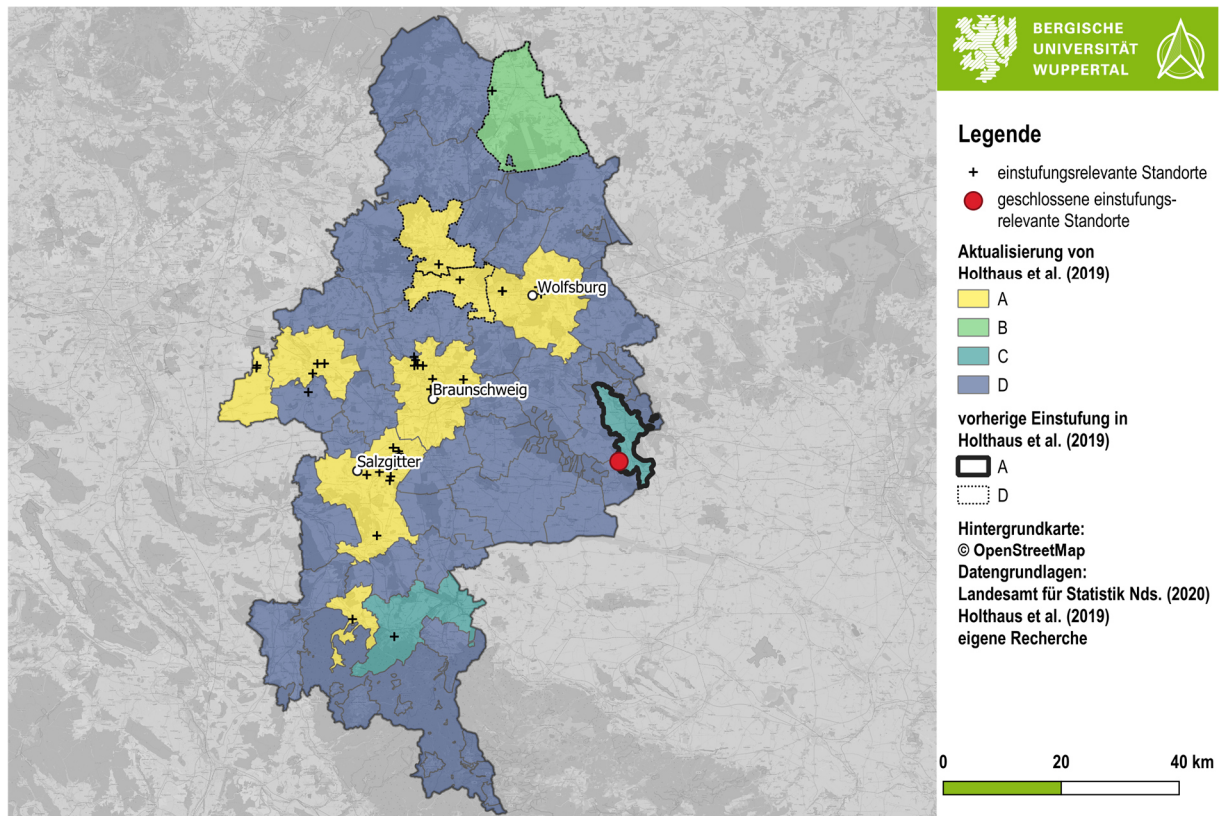


Abbildung 40: Aktualisierung des raumfunktionalen Ansatzes nach Leerkamp et al. (2019)

5.2.3 Ansatz nach Klemmer (2016)

Im Unterschied zum oben beschriebenen Ansatz von Leerkamp et al. (2019), der ein regelbasiertes und wiederholbares Vorgehen darstellt, werden in Klemmer (2016) einzelne Betriebsstandorte auf Ebene der kommunalen Verwaltungsgemeinschaften recherchiert (LAU 1) und diesen auf Basis einer qualitativen Abschätzung eine Hierarchieebene sowie eine Funktion (Produktion, Logistik) zugewiesen. Nach Abwägung wird daraus eine Einstufung der jeweils betrachteten Verwaltungsgemeinschaft durchgeführt. Aufgrund des sehr großen Rechercheaufwands sind alle bisherigen Anwendungen des Konzeptes auf Ebene einer Region durchgeführt worden.

Die in den RIN fokussierte klassische Versorgungsfunktion der Zentralen Orte „im Sinne einer Versorgung der Bevölkerung mit Gütern und Dienstleistungen“ (Terfrüchte und Flex 2018, S. 2972) wird auf den Güterverkehr übertragen, unter Berücksichtigung der Versorgungsfunktion des betrachteten Ortes für das Umland sowie der Entfernung für Export/Import. Ausgehend von den transportierten Gütern, deren Transportweiten und den zugrunde liegenden Standorten wird eine Bewertung der Güterarten nach ihrer güterverkehrlichen Relevanz vorgenommen (Klemmer 2016, S. 48–55).

Die Zuordnung erfolgt zunächst auf Ebene von Einzelstandorten. Der Fokus wird mit Verweis auf Busch (2013) und Vallée (2012) auf die wesentlichen Produktionsverfahren der Logistik, also Produktionslogistik und Distribution gelegt und mit den in Kapitel 2.4 vorgestellten privaten Logistikstandorttypen, mit Ausnahme des Netzwerkstandorts aus Veres-Homm und Weber (2019) verbunden. Zusätzlich wird öffentlich zugängliche Infrastruktur wie Seehäfen und KV-Terminals miteinbezogen (Klemmer 2016, S. 61).

Folgende Standorttypen werden festgelegt:

- Import-Logistikstandorte (IL-Standorte)
- Distributionsstandorte (D-Standorte)
- Produktionsstandorte (P-Standorte)

Ihnen werden jeweils die Stufen zugeordnet, die die Bedeutung abgeben. Diese Stufen orientieren sich an den Verbindungsfunktionsstufen nach RIN (Klemmer 2016):

- 0: kontinental
- 1: großräumig
- 2: regional
- 3: nahräumig

Ein „**IL-Standort**“ stellt die verkehrstechnische Einbindung in das Güterverkehrsnetz in den Vordergrund und dient vorrangig der Bündelung und Distribution. Entscheidend für eine Klassifizierung als (inter-)kontinentaler Import-Logistikstandort sind eine weitreichende grenzüberschreitende und intensive Verflechtung mit anderen Quellen und Senken und die Nähe zu einem Seehafen.“ (Klemmer 2016, S. 60) Aufgrund der geringen Zahl von Seehäfen werden die Import-Logistikstandorte wie folgt festgelegt, ohne dass eine weitere Recherche nötig ist:

- IL 0 – kontinental bedeutsam:
 - Jade-Weser Port

- Bremerhaven/ Bremische Häfen
- Hamburg
- Duisburg
- IL 1 – national bedeutsam:
 - Alle weiteren Nordseehäfen mit Güterumschlag (außer Fischfang- und Fährverkehr)
 - Alle Ostseehäfen mit Güterumschlag

D-Standorte sind „öffentlich zugängliche und neutral betriebene Umschlagspunkte [...] sowie private Standorte“ (Klemmer 2016, S. 61). Sie werden in zentrale Standorte (D1), regionale Standorte (D2) und nähräumige Standorte (D3) unterschieden. Wesentliches Kriterium für die Einstufung ist hier der Aktionsradius. Des Weiteren werden vor dem Hintergrund des zugrunde legenden Zieles einer modalen Verlagerung auf die Verkehrsträger Schiene und Binnenschiff Standorte mit KV-Terminal und GVZ hochrangig eingestuft, während private Großlager auch bei nationaler Bedeutung lediglich als regional bedeutsam eingestuft werden (ebd.).

- **zentrale Distributionslogistikstandorte (D1)** müssen mindestens einen öffentlich zugänglichen Umschlagpunkt mit 150 km Versorgungsradius sowie eine Zugbildungsanlage/Rangierbahnhöfe (nach Leerkamp et al. 2016 sind dies Maschen, Seelze, Seddin, Hagen-Vorhalle, Köln-Gremberg, Engelsdorf, Dresden, Mannheim, Nürnberg und München-Nord) besitzen (Klemmer 2016, S. 61, siehe auch Abbildung 41). Sind lediglich große private Standorte vorhanden, werden diese als D2 eingestuft (ebd.).

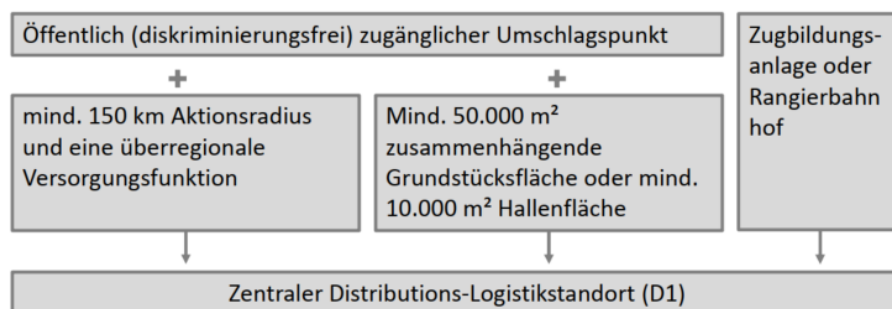


Abbildung 41: Kriterien für einen D1-Standort (Klemmer 2016, S. 62)

- **regionale Distributionslogistikstandorte (D2)** „dienen der Versorgung eines Ballungsraumes bzw. einer großräumigen Distribution“ (Klemmer 2016, S. 62), der Versorgungsradius liegt bei bis zu 100 km. Hierbei wird unterschieden zwischen privaten und öffentlich zugänglichen Standorten. Die Kriterien zeigt Abbildung 42.

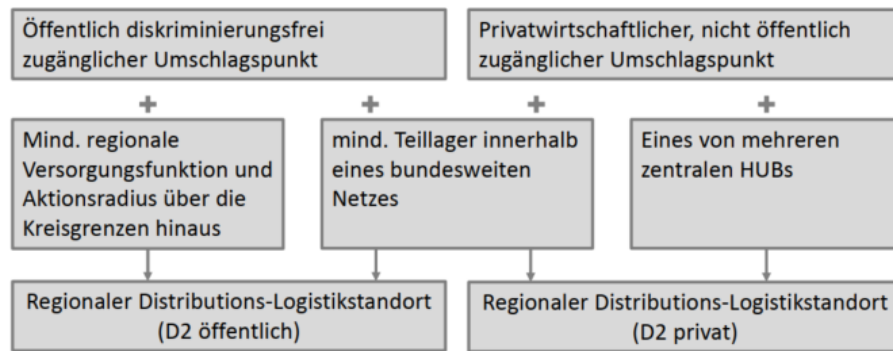


Abbildung 42: Kriterien für einen D2-Standort (Klemmer 2016, S. 62)

- **nähräumige Distributionslogistikstandorte (D3)** sind die D-Standorte, die nicht der Stufe 1 oder 2 zugeordnet werden können, da sie entweder vorrangig der Versorgung von einzelnen Großstädten bzw. deren ländlichem Umland dienen oder zwar national ausgerichtet sind, jedoch eine geringe Verkehrserzeugung besitzen (Klemmer 2016, S. 62–63). In der funktionalen Gliederung hochrangiger Netze des Güterverkehrs werden die D3-Standorte nicht berücksichtigt.

Produktionslogistikstandorte (P) sind entweder selbst Produktionsunternehmen oder ver- und entsorgen mehrere Standorte der produzierenden Industrie. Die Hierarchie ergibt sich aus der güterverkehrlichen Relevanz (s. o.) der am jeweiligen Standort produzierten Güter.

- **P0-Standorte** sind dabei „waren- und verkehrsintensive Produktionsstätten der Chemie- und Stahlindustrie, große Automobilwerke und Raffinerien.“ (Klemmer 2016, S. 63)
- **„P1-Standorte** sind Produktionsstätten mit Unternehmen, die in der Regel mehr als einen Werksstandort auf nationaler Ebene haben und große Produktionsmengen aufweisen, welche jedoch deutlich hinter den Mengen von P0-Standorten zurückbleiben.“ (ebd.) Hierzu gehören u.a. Standorte der Papierindustrie und des Kohle- und Braunkohleabbaus (ebd.).
- **P2-Standorte** sind „Produktionsstätten mit Unternehmen, die zwar produktionsintensiv sind, aber nur auf regionaler bis nähräumige Ebene eine Versorgungsfunktion aufweisen“ (ebd.). zusätzlich fallen Unternehmen mit nationaler Ausrichtung, aber geringem Güteraufkommen hierunter (ebd.).

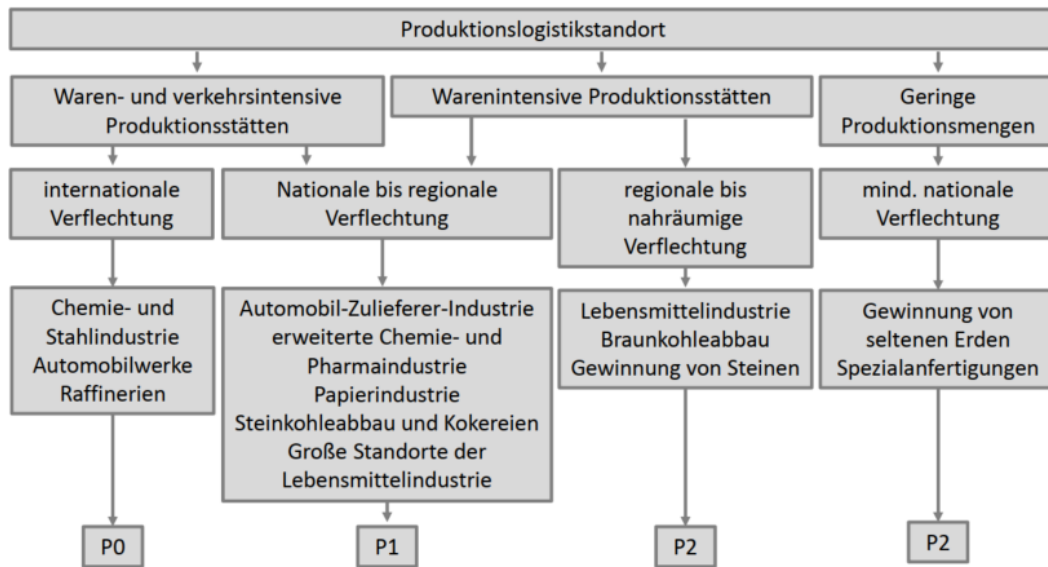


Abbildung 43: Kriterien für die Klassifizierung der P-Standorte (Klemmer 2016, S. 64)

Zur Bewertung der einzelnen Verwaltungsgemeinschaft werden bestehende Umschlagstandorte sowie Produktionslogistik- und Distributionslogistikstandorte recherchiert. Danach wird qualitativ eine Zuordnung zu obig beschriebenen Funktionen (IL, D oder P) durchgeführt. Für den Fall, dass das betrachtete Gebiet keine verkehrserzeugenden Einrichtungen besitzt, wird diese nicht in der Einstufung berücksichtigt. Zusätzlich wird qualitativ eine Zuordnung der Zentralität der Standorte durchgeführt anhand der Branchenzugehörigkeit/des Güterfokus bzw. des Aktionsradius'. Sind außerdem Neuansiedlungen geplant, soll abgeschätzt werden, inwieweit dies Einfluss auf die Einstufung des Ortes hat. (Klemmer 2016, S. 66–68) Abbildung 44 stellt das Vorgehen zusammengefasst dar.

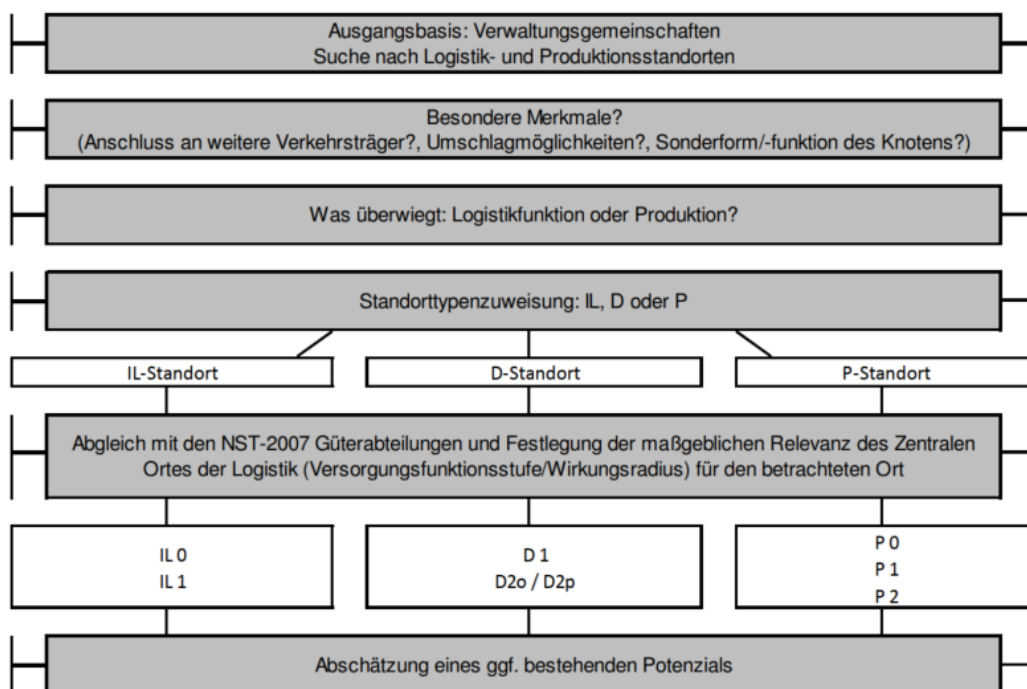


Abbildung 44: Vorgehen zur Einstufung von Verwaltungsgemeinschaften

Operationalisierung

Für die Anwendung werden einige Änderungen vorgenommen, um auf Basis der für den Untersuchungsraum aufgebauten Gewerbeflächendatenbank und der im Rahmen des obigen Ansatzes erstellten Datenbanken aus Leerkamp et al. (2019) einzelne Teile der Klassifizierung automatisieren zu können.

Dafür werden zunächst die Klassifizierungsregeln für die **D1-Standorte** operationalisiert. Folgende Anpassung wurde hierbei vorgenommen (Klassifizierung nach Klemmer 2016 in Abbildung 41):

- die überregionale Versorgungsfunktion des öffentlich zugänglichen Umschlagpunktes wurde über die Trimodalität der Standorte operationalisiert

Ebenfalls wurden die Klassifizierungsregeln für die **D2-Standorte** angepasst. Folgende Anpassungen wurden hierbei vorgenommen (siehe Abbildung 45):

- Als öffentlich zugängliche Umschlagpunkte mit regionaler Versorgungsfunktion werden bimodale Standorte (u. a. KV-Terminals mit Straße/Schiene Umschlag) sowie Hafenstandorte festgelegt
- Für die privaten Standorte werden die Vorgaben zu Grundstücksfläche ($\geq 50.000 \text{ m}^2$) bzw. zur Hallenfläche ($\geq 10.000 \text{ m}^2$), die für die öffentlichen D1-Standorte gelten, zu Rate gezogen.
- Zentrale Hubs werden zusätzlich aus der im Rahmen von Leerkamp et al. (2019) erstellten Datenbank entnommen. Diese enthält die Hubs der zehn umsatzstärksten Speditionen im landgebundenen Ladungsverkehr sowie die Hubs der größten 25 Unternehmen aus Schwemmer et al. (2016) sowie die Hubs der relevanten Lebensmitteleinzelhändler und Internetgroßhändler.

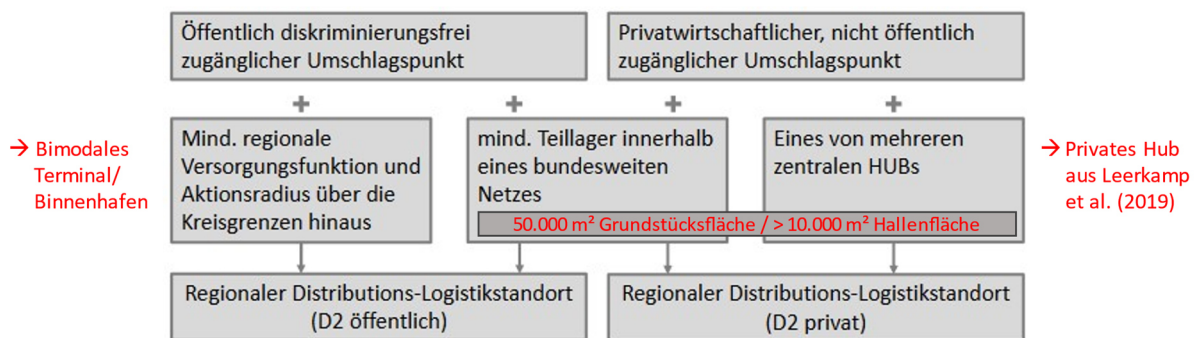


Abbildung 45: angepasste Regeln für die Klassifizierung eines D 2-Standortes

Für die Zuordnung der P-Standorte werden alle Standorte aus der Gewerbeflächendatenbank entsprechend der Güterverkehrsrelevanz der dort produzierten Güter den jeweiligen Stufen zugeordnet. Als Bagatellgrenze wurde eine Grundstücksfläche von 2 ha gewählt.

Hinsichtlich der **Einstufung der einzelnen Verwaltungsgemeinschaften** wird das Vorgehen dahingehend geändert, dass die Einstufung des jeweiligen Einzelstandorts mit der höchsten Einstufung für die gesamte Verwaltungsgemeinschaft verwendet wird. Hintergrund ist, dass neben der deutlich vereinfachten Anwendung des Verfahrens in der Regel davon auszugehen ist, dass der Verkehrserzeuger mit der höchsten zugewiesenen Versorgungsfunktion entsprechend auch die Zuweisung der gesamten Verwaltungsgemeinschaft prägt.

Anwendung

Entsprechend der oben operationalisierten Regeln werden dann die vorliegenden Gewerbeflächen den jeweiligen Stufen zugeordnet und daraus, wie bereits dargestellt, die jeweiligen Verwaltungsgemeinschaften den Stufen zugeordnet. Beispielhaft für die Stadt Wittingen zeigt Abbildung 46 die Zuordnung der Einzelstandorte. Der höchst eingestufte Standort ist die Firma Butting als P1-Standort; somit wird die Stadt Wittingen als P1-Standort eingestuft.

Bei drei Gemeinden liegt eine Einstufung vor, bei der für Distribution und Produktion jeweils die zweite Stufe erreicht wird. Für diese Orte wurde folgende begründete Entscheidung bei der Einstufung getroffen:

- Wolfenbüttel wird als P2 eingestuft, aufgrund des ansässigen Spirituosenherstellers Jägermeister, der internationale Bedeutung hat.
- Ilsede wird als P2 eingestuft, hier wird das örtliche Asphaltmischwerk als güterverkehrlich bedeutsam eingeschätzt
- Papenteich wird als D2p eingestuft, hier werden die zahlreichen Logistiksiedlungen im Gewerbegebiet Waller See an der A 2 als bewertungsrelevant eingeschätzt

Abbildung 47 zeigt die resultierende Klassifizierung für die beiden Ansätze auf LAU 1-Ebene. Folgende Aspekte sind hier auffällig:

- Es gibt keinen D1-Standort. Dies ist darauf zurückzuführen, dass alle Städte mit KV-Terminal (alle Oberzentren) gleichzeitig auch einen internationalen Produktstandort haben, der zu einer P0-Einstufung führt.
- Die Gemeinden Wendeburg und die Samtgemeinde Papenteich nördlich bzw. nordwestlich von Braunschweig sind hier als Distributions-Logistikstandort identifiziert worden (D2). Die Bedeutung zeigt sich auch an einem hohen Anteil der Logistikknutzung an Gewerbeflächen (siehe dazu auch Abbildung 60). Im Vorgehen nach Leerkamp et al. (2019) werden diese Standorte als unbedeutend (D) klassifiziert.
- Mehrere Gemeinden mit kleinen Einzelstandorten (z. B. Ilsede) sind als P2 klassifiziert, diese werden ebenfalls im Vorgehen von Leerkamp et al. (2019) als unbedeutend klassifiziert.
- Auch werden Gemeinden hier als P1 klassifiziert, die nach Leerkamp et al. (2019) als unbedeutend eingestuft werden; dies betrifft z. B. Lengede. Hier befinden sich jeweils Einzelstandorte, die nach Klemmer (2016) als P1-Standorte klassifiziert werden.
- Andererseits gibt es mit Isenbüttel und Gifhorn Gemeinden, die als P1 klassifiziert sind, und die aufgrund ihres Fokus auf die Automobilindustrie nach Leerkamp et al. (2019) als A-Standort eingestuft werden.

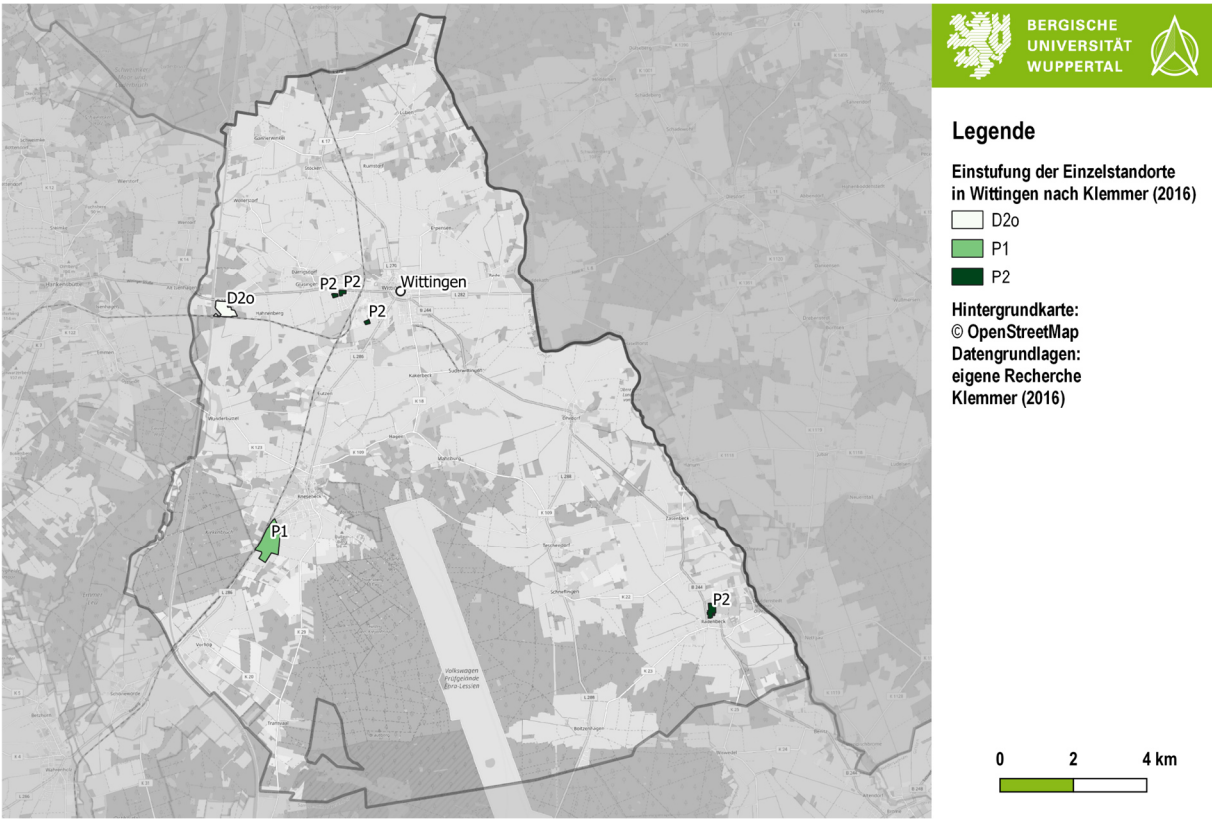


Abbildung 46: beispielhafte Einstufung von Einzelstandorten in Wittingen

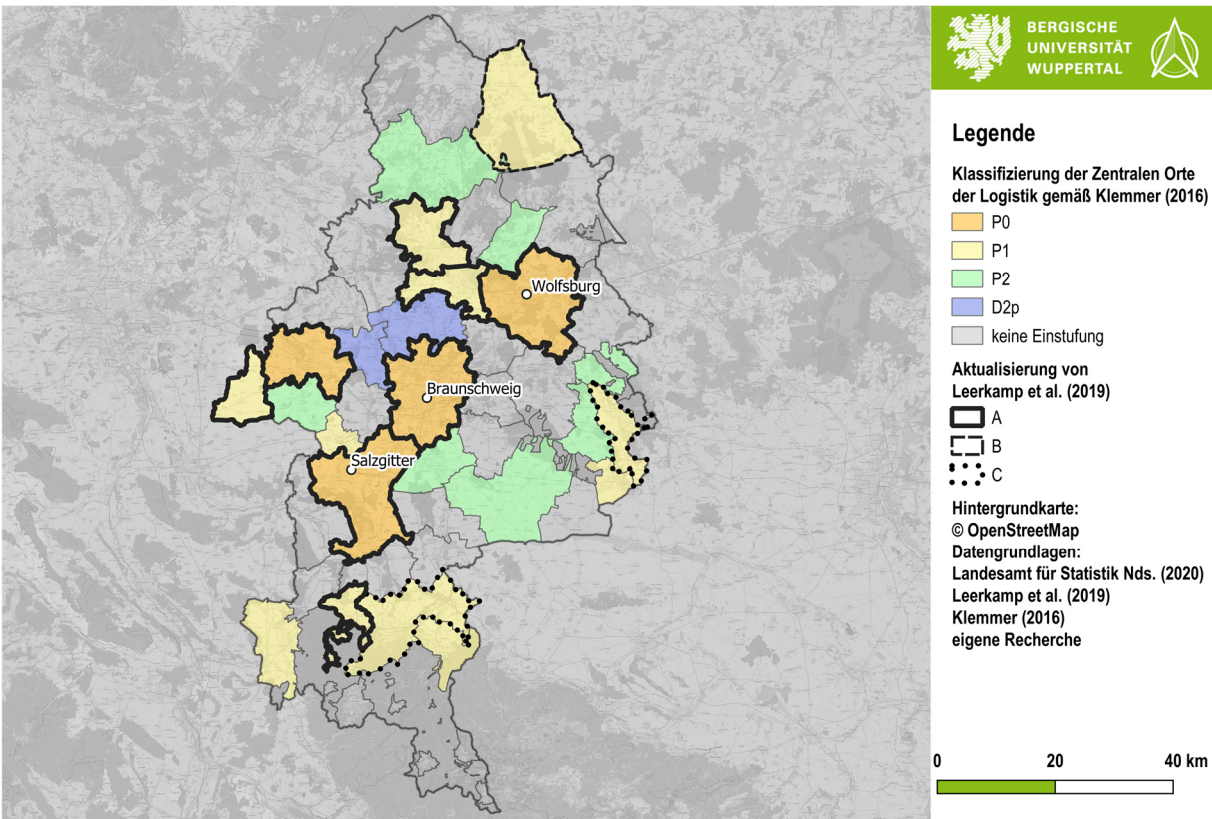


Abbildung 47: Klassifizierung Zentraler Orte der Logistik nach Klemmer (2016)

5.2.4 Bewertung der bestehenden Ansätze

Die beiden vorgestellten Ansätze unterscheiden sich erheblich und kommen begründet zu unterschiedlichen Ergebnissen. Das Vorgehen nach Leerkamp et al. (2019) ist automatisiert, daher wiederholbar und liefert Ergebnisse für das gesamte Bundesgebiet. Das Vorgehen nach Klemmer (2016) ist hingegen sehr rechercheintensiv, kann sich dadurch lediglich auf eine Region beschränken und erfordert zusätzlich sehr viele qualitative Einschätzungen.

Beide Ansätze dienen vorrangig der empirischen Beschreibung von Standorträumen des Güterverkehrs und wenden lediglich in geringem Maße normative Festlegungen an. Bei Klemmer (2016) betrifft dies die nachrangige Einstufung privater Logistikstandorte, bei Leerkamp et al. (2019) die begründete Auswahl von kritischen Infrastrukturen (u. a. chemische Industrie) für die Klassifizierung hochrangiger ZO_{GV}.

Eine mögliche normative Bewertung wäre die Berücksichtigung der Raumverträglichkeit von Neuansiedlungen insb. bei Logistik. Zwar weist Klemmer (2016) darauf hin, dass die Logistik häufige Standortwechsel im Vergleich zum standorttreuen produzierenden Gewerbe durchführt, wichtigster Standortfaktor ist hier die Autobahnanbindung (Holl und Mariotti 2018). Neuansiedlungen können jedoch bei beiden Ansätzen zur Aufstufung der jeweiligen Verwaltungsgemeinschaft führen und werden nicht im Hinblick auf ihre Raumverträglichkeit bewertet. Nicht wünschenswerte Entwicklungen, wie die vielerorts zu beobachtende Suburbanisierung der Logistik und der damit einhergehende Infrastrukturausbaubedarf (siehe dazu auch Kapitel 2.3), können somit bislang nicht im Sinne eines normativen Steuerungsinstrumentes adressiert werden.

Der Vergleich beider Ansätze zeigt weiterhin, dass eine bundesweite Betrachtung zu anderen Ergebnissen kommt als eine mit regionalem Fokus. Durch die Festlegung bundesweit gültiger absoluter Schwellenwerte für die Beschäftigung in der Logistik werden Orte in ländlichen Regionen, die für die jeweilige Region eine relativ gesehen große Bedeutung haben, nicht zwangsläufig berücksichtigt. Denn ein hoher relativer Anteil der Logistikbeschäftigung in einer Gebietseinheit, bedeutet zwar eine relativ hohe Bedeutung der Beschäftigung, ist aber nicht zwangsläufig im Bundesvergleich in hohen absoluten Beschäftigungszahlen auf Bundesebene erkennbar. Dies zeigt z. B. eine Auswertung von Busch (2013) für die Logistikbeschäftigung²⁰ auf Kreisebene im Jahr 2010. Der Kreis Bad Hersfeld hat hier zwar einen hohen Anteil an der Logistikbeschäftigung 2010 und ist auch als bundesweit herausragender Logistikstandort bekannt, hat aber dennoch keine auf Bundesebene herausragenden absoluten Beschäftigungszahlen. Im Untersuchungsraum trifft dieses Phänomen z. B. auf Helmstedt zu, das trotz relevanter Logistikbeschäftigung auf regionaler Ebene gemäß dem Vorgehen von Leerkamp et al. (2019) als C-Standort klassifiziert wird. Eine zusätzliche relative Betrachtung der Logistikbeschäftigung auf regionaler Ebene wäre hierfür ein Lösungsansatz. Des Weiteren ist erkennbar, dass eine Unterscheidung auch von Einzelstandorten relevanter Großindustrien (z. B. der Automobilindustrie) sinnvoll ist. Innerhalb des Untersuchungsraums existieren große Unterschiede zwischen den Standorten des Volkswagen-Konzerns z. B. hinsichtlich

²⁰ Die Logistikbeschäftigung wird bei Busch 2013 abweichend von Leerkamp et al. 2019 definiert.

der Mitarbeiterzahl, dennoch werden diese nach den Regeln von Leerkamp et al. (2019) einheitlich behandelt.

Ansatzpunkte für die Entwicklung eines neuen Vorgehens sind dementsprechend eine stärkere normative Verankerung der Raumverträglichkeit sowie die stärkere Berücksichtigung regionaler Beschäftigungsstrukturen.

5.3 Entwicklung neuer Ansatz

Ausgehend von den zuvor ermittelten Aspekten für eine Überarbeitung wird im Folgenden ein eigener Ansatz für ein Konzept²¹ zentraler Orte des Güterverkehrs entwickelt.

Folgende Aspekte werden hierzu bearbeitet:

- grundsätzliche Überlegungen und Bezugsherstellung zum herkömmlichen Zentrale-Orte-Konzept
- relevante übergeordnete Rahmenbedingungen
- empirische Ableitung von Klassifizierungsregeln
- Formulierung normativer Regeln zur Raumverträglichkeit und Verkehrsverlagerung

Dabei wird angestrebt, einen Kompromiss aus automatisierter Wiederholbarkeit, geringem Rechercheaufwand für relevante Standorte und gleichzeitiger Berücksichtigung regionaler Besonderheiten zu finden.

5.3.1 Grundsätzliche Überlegungen

Zunächst wird in Anlehnung an das Zentrale-Orte-Konzept der Raumordnung eine Formulierung der angestrebten grundlegenden Funktionen eines Konzeptes für ZO_{GV} vorgenommen. Die wesentlichen Funktionen von Zentralen-Orte-Konzepten sind nach Terfrüchte et al. (2017): Versorgungsfunktion, Entwicklungsfunktion und Bereichsbildungsfunktion.

Versorgungsfunktion

Im Zentrale-Orte-Konzept ist die Versorgungsfunktion die „klassische Funktion [...] im Sinne einer Versorgung der Bevölkerung mit Gütern und Dienstleistungen (zentrale Versorgungseinrichtungen).“ (Terfrüchte und Flex 2018). Klemmer (2016) schätzt analog dazu auf Einzelstandortebene den Wirkungs-/Versorgungsradius privater Distributionsstandorte qualitativ ab. Im Grundsatz sind die herkömmlichen Zentrale-Orte-Konzepte, die in den Landesentwicklungsplänen festgeschrieben sind, dreistufig konzipiert, d. h. sie beinhalten Oberzentren, Mittelzentren sowie Grundzentren (Greiving et al. 2015). Für diese Hierarchiestufen werden im Idealfall in den LEPs für alle oben vorgestellten Funktionen Vorgaben gemacht (ebd.).

Übertragen auf den Güterverkehr sollte ein Zentrale-Orte-Konzept des Güterverkehrs folgenden Versorgungsfunktionen dienen:

- Sicherstellung der Güterversorgung von Bevölkerung und Unternehmen

²¹ In der Raumwissenschaft (u. a. in Greiving et al. 2015) ist die herrschende Meinung, dass das Zentrale-Orte-System den „empirischen Analyserahmen“ und das Zentrale-Orte-Konzept „das normative Ziel der Raumordnung“ darstellt.

- Sicherung der Erreichbarkeit kritischer Infrastruktur

Entwicklungsfunktion

Zusätzlich zur Versorgungsfunktion erhält die Entwicklungsfähigkeit eines Zentralen Ortes ebenfalls steigende Beachtung. „Zentralen Orten kommt demnach auch eine Bedeutung für die Stabilisierung und Entwicklung von Teilräumen zu.“ (Terfrüchte und Flex 2018). Hinsichtlich des Verkehrs ist als Entwicklungsfunktion die Verwendung der zentralen Orte als „Knotenpunkte für regionale und überregionale Verkehrssysteme“ (Greiving et al. 2014) zu nennen, die in den RIN umgesetzt werden.

Hinsichtlich eines Zentralen-Orte-Konzeptes für den Güterverkehr sind folgende Entwicklungsfunktionen relevant:

- Zugang zu Quellen und Senken des Güterverkehrs (Bevölkerungsschwerpunkte, Wirtschaftsschwerpunkte)
- Zugang zu Verkehrsinfrastruktur (insb. der nachhaltigen Verkehrsträger Schiene und Binnenschiff) und Aufbau eines spezifischen Verkehrsnetzes für den Güterverkehr
- Arbeitskräftepotenzial

Bereichsbildungsfunktion

„Die Bereichsbildungsfunktion dient – gemäß der Zentrale-Orte-Theorie – der Mitversorgung von weiteren (Umland-)Gemeinden (Versorgungsbereich) durch die Zentralen Orte.“ (Terfrüchte et al. 2017) Für die Steuerungswirkung des Zentrale-Orte-Konzeptes wird diese als unerlässlich angesehen (dazu u. a. Terfrüchte 2015). Dennoch werden diese zentralörtlichen Versorgungsbereiche in vielen Flächenländern (u. a. Niedersachsen²² und NRW) nicht ausgewiesen (ebd.). Die Bereichsbildungsfunktion „weist das größte normative Moment auf, da mit der Abgrenzung von Versorgungsbereichen oftmals räumlich-funktionale Verflechtungen erst politisch-planerisch motiviert forciert werden sollen“ (Terfrüchte et al. 2017, S. 475). Relativ eindeutig empirisch abgrenzbare Versorgungsbereiche, z. B. auf Basis von Kund*innenbefragungen (u. a. in BMVI 2014), stellen lediglich Einzugsbereiche von KV-Terminals dar. Allerdings ist dies lediglich ein kleines Segment des gesamten Güterverkehrs.

Denn wie bereits dargestellt, gibt es sehr unterschiedliche Verflechtungen in der Logistik, deren raumordnerische Berücksichtigung jeweils begründet werden kann. Beispielsweise dient die Ballungsraumversorgung u. a. der gesicherten Verfügbarkeit von Lebensmitteln. Deren Einzugsbereiche kommen entsprechend den oberzentralen Verflechtungsbereichen am nächsten. Die Produktionsversorgung erfolgt hingegen weiterhin auf überregionaler Ebene, trotz Ansätzen einer Regionalisierung (siehe dazu auch Kapitel 2.2.6). Die Versorgung kritischer Infrastruktur (z. B. von Kraftwerken) ist vielfach abhängig von Rohstoffen, die ebenfalls nicht regional verfügbar sind. Auch Knoten in privaten Logistiknetzwerken (z. B. von Paketdiensten oder Stückgutspediteuren) haben jeweils sehr unterschiedliche Versorgungsbereiche.

²² In Niedersachsen werden dafür jedoch für den Einzelhandel mittel- und oberzentrale Kongruenzräume ausgewiesen, die v. a. der Steuerung des großflächigen Einzelhandels dienen.

Vor dem Hintergrund der sich daraus ergebenden, schwer lösbaren Herausforderung, alle Transportverflechtungen abzubilden, sowie fehlender eindeutiger Kriterien für deren normative Auswahl und für eine mögliche Abgrenzung von Versorgungsbereichen des Güterverkehrs, erfolgt analog zu Klemmer (2016) stattdessen für ausgewählte Standorte eine Abschätzung des Versorgungs-/Wirkungsradius. Zusätzlich wird über die Einbindung güterverkehrlich relevanter Orte in das später aufzubauende Verkehrsnetz die Vielfalt der Transportverflechtungen berücksichtigt.

Steuerungswirkung

Das herkömmliche Zentrale-Orte-Konzept hat direkte Steuerungswirkungen hinsichtlich der Siedlungsflächenentwicklung, der Daseinsvorsorge und des großflächigen Einzelhandels (Greiving et al. 2014). Hinsichtlich des Güterverkehrs soll das hier zu entwickelnde Konzept, wie bereits dargestellt, bei der Neuansiedlung von Logistik eine Steuerungswirkung entfalten, um raumverträgliche und verkehrssparsame Ansiedlungen zu ermöglichen.

Gebietszuschnitt

In der Regel werden in bestehenden Zentrale-Orte-Konzepten den politischen Gemeinden die jeweiligen zentralörtlichen Funktionen zugewiesen. Aufgrund der bereits dargestellten schwierigen Datenlage hinsichtlich Beschäftigtendaten und Einzelstandorten (Anonymisierung u. Ä.) wird hier wie in Klemmer (2016) und Leerkamp et al. (2019) abweichend auf die LAU 1-Ebene zurückgegriffen.

Standorttypen

Auf eine wie in Klemmer (2016) zusätzlich vorgenommene Bewertung nach logistischen Funktionen (dort sind dies Produktion und Logistik) wird hier verzichtet, da Verwaltungsgemeinschaften auch für mehrere logistische Funktionen eine hohe Bedeutung haben können und gleichzeitig die konkreten Funktionen von Einzelstandorten nur sehr schwer abzuschätzen sind.

Daher wird hier der Ansatz verfolgt, analog zum Ausstattungskatalog der herkömmlichen Zentrale-Orte-Konzepte, einen Anforderungskatalog zu entwickeln, mit dem wie in Leerkamp et al. (2019) allen Verwaltungsgemeinschaften eine Bewertung in demselben Ebenensystem zugewiesen wird (siehe auch folgender Absatz).

Hierarchisierung

Wie bereits dargestellt, sind die herkömmlichen Zentralen-Orte-Konzepte dreistufig aufgebaut. Auf überörtlicher Ebene werden dabei die überregionale/landesweite Bedeutung sowie die regionale Bedeutung berücksichtigt. In den RIN werden neben diesen drei Stufen zusätzlich Metropolregionen berücksichtigt, „mit internationaler bzw. nationaler Ausstrahlung“ (FGSV 2008, S. 9). Hinsichtlich des Güterverkehrs besteht ebenfalls der Bedarf nach einer internationalen Stufe, da für die Abwicklung globalisierter Güterströme analog zu den Metropolregionen in den RIN ebenfalls Orte mit internationaler Ausstrahlung relevant sind, wie z. B. die internationalen Seehäfen oder große Standorte exportorientierter Industrie (z. B. Chemie- und Automobilindustrie).

Daher werden in dem zu erprobenden Zentralen-Orte-Konzept für den Güterverkehr ähnlich wie in Leerkamp et al. (2019) folgende vier Ebenen berücksichtigt:

- A: internationale Bedeutung
- B: überregional/national bedeutsam

- C: regional bedeutsam
- D: max. regional bedeutsam

Hinsichtlich der Klassifizierung wird die Festlegung getroffen, dass immer die höchstrangige Klassifizierung, die sich aus dem unten formulierten Ausstattungskatalog ergibt, mitgeführt wird. Dies geschieht analog zu den Zentrale-Orte-Konzepten, bei denen die Oberzentren auch automatisch den nachrangigen Zentren (wie Mittelzentren) entsprechen.

5.3.2 Relevante übergeordnete Rahmenbedingungen

Im Folgenden werden Rahmenbedingungen übergeordneter Planungsebenen dargestellt, die bei der Erstellung des Zentralen-Orte-Konzepts zu beachten sind.

Städtische Knoten im Transeuropäischen Verkehrsnetz (TEN-V)

Am 14.12.2021 hat die Europäische Kommission Leitlinien der Union für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes veröffentlicht, mit denen bestehende Verordnungen geändert bzw. aufgehoben werden sollen. In der Verordnung werden auch städtische Knoten definiert. Nach der Verordnung sind „diese Ausgangs- oder Endpunkte („letzte Meile“) für den Personen- und Güterverkehr innerhalb des transeuropäischen Verkehrsnetzes wie auch [...] Übergangspunkte zwischen gleichen oder verschiedenen Verkehrsträgern.“ (Europäische Kommission 2021) Eine wesentliche Komponente sind die Zugangspunkte „zum transeuropäischen Verkehrsnetz, insbesondere multimodale Bahnhöfe, multimodale Güterterminals, Häfen oder Flughäfen“ (ebd.).

Für diese Knoten werden Anforderungen definiert für ein „wirksames Funktionieren des gesamten [Verkehrs-]Netzes ohne Engpässe“ (ebd.). Dazu gehören u. a. der „Aufbau mindestens eines multimodalen Güterterminals, das ausreichende Umschlagkapazitäten im städtischen Knoten oder in dessen Nähe ermöglicht“ bis 31.12.2040 sowie die Erstellung eines „Plans für nachhaltige städtische Mobilität (SUMP) [...], der insbesondere Maßnahmen zur Integration der verschiedenen Verkehrsträger, zur Förderung emissionsfreier Mobilität, einschließlich einer nachhaltigen und emissionsfreien Stadtlogistik, zur Verringerung der Luftverschmutzung und der Lärmbelastung und zur Berücksichtigung der transeuropäischen Fernverkehrsströme umfasst“ bis 31.12.2025 (ebd.).

Somit werden hier auf höherrangiger Stelle Vorgaben zu zentralen Orten des Güterverkehrs gemacht, die entsprechend in das zu erstellende Konzept aufgenommen werden. Abbildung 48 zeigt die festgelegten Orte im Bundesgebiet sowie im Detail im Untersuchungsraum. Es handelt sich im Wesentlichen um Oberzentren und Metropolen, an denen sich Verkehrswege kreuzen. **Angesichts dieser internationalen Klassifizierung werden die so ausgewiesenen Verwaltungsgemeinschaften im Zentrale-Orte-Konzept als A-Standorte ausgewiesen.**

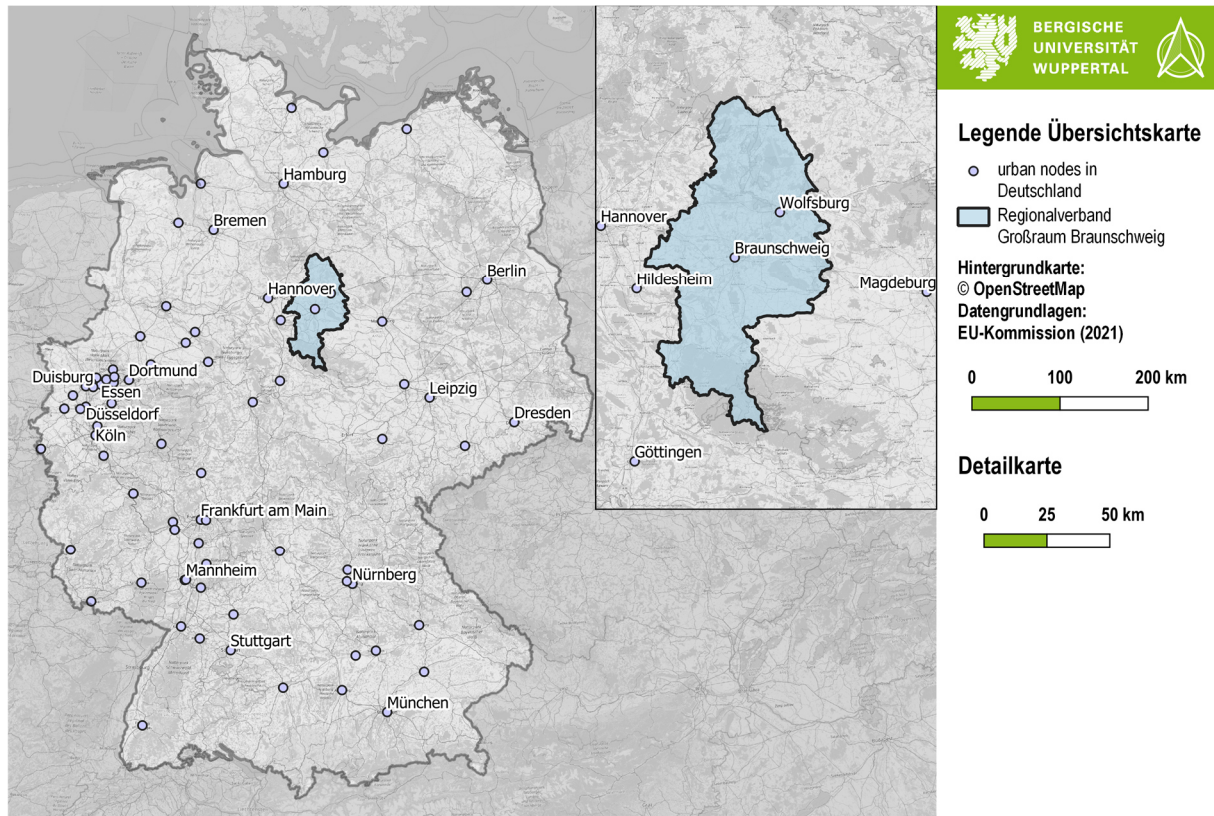


Abbildung 48: Städtische Knoten in Deutschland und im Untersuchungsraum (Europäische Kommission 2021)

Sicherung kritischer Infrastruktur

Die „Verordnung zur Bestimmung Kritischer Infrastrukturen nach dem BSI-Gesetz“ (BSI-Kritisverordnung – BSI-KritisV) definiert für die Sektoren Energie, Wasser, Ernährung, Informationstechnik und Telekommunikation, Gesundheit sowie Finanz- und Versicherungswesen Anlagen, die Teil der kritischen Infrastruktur sind. Kritische Infrastrukturen sind „Organisationen oder Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden.“ (BBK o. J.) Im Anhang der BSI-KritisV werden ebenfalls Schwellenwerte für die jeweiligen Anlagen definiert (z. B. umgeschlagene Lebensmittel außer Getränke in Tonnen/Jahr bei Anlagen zur Distribution von Lebensmitteln). Für den Güterverkehr wurde des Weiteren bereits 2014 eine Sicherheitsstrategie durch das BMVI erstellt, die jedoch keine konkreten Festlegungen hinsichtlich der Bewertung von Anlagen enthält.

Tabelle 20 zeigt die Einzelstandorte, die in der BSI-KritisV als Anlagen der kritischen Infrastruktur definiert werden und bei denen eine hohe Relevanz für den Güterverkehr zu erwarten ist. Hinsichtlich einer möglichen Operationalisierung von Schwellenwerten für Anlagen ergibt sich die Schwierigkeit, dass bei den meisten Anlagen nicht überprüfbar ist, ob sie die Schwellenwerte überschreiten, da es sich vielfach um private Anlagen handelt und daher die Werte nicht öffentlich einsehbar sind. Einzig für Kraftwerke (Nettonennleistung) sowie öffentlich zugängliche Anlagen des Güterverkehrs (Gesamtmenge bereitgestellter, verteilter, gelagerter, bearbeiteter oder umgeschlagener Transporte im Im- und Export, sowie im Binnenverkehr in Tonnen/Jahr) liegen die Werte meist öffentlich zugänglich vor.

Tabelle 20: kritische Einzelstandorte mit Relevanz für den Güterverkehr

Sektor	Anlagen mit Güterverkehrsrelevanz
Energie	Raffinerie, Erzeugungsanlage für Elektrizität, Wärme (Kraftwerk)
Transport und Verkehr	Güterbahnhof, Zugbildungsbahnhof Umschlaganlage in See- und Binnenhäfen Frachtabfertigungsanlagen in Frachtflughafen Logistikzentren in den Segmenten Massengut-, Ladungs-, Stückgut-, Kontrakt-, See- oder Luftfrachtlogistik
Ernährung	Lebensmittelherstellung Lebensmittelbehandlung Lebensmitteldistribution
Gesundheit	Produktionsstätte von lebenserhaltenden Medizinprodukten/ verschreibungspflichtigen Medikamenten

Hinsichtlich der Operationalisierung der Vorgaben für das Zentrale-Orte-Konzept des Güterverkehrs ist im Sektor **Energie** zu beachten, dass im Zuge der Energiewende²³ eine „tendenzielle Dezentralisierung des Energiesystems (insbesondere bezogen auf Aspekte der Erzeugung)“ (Gailing et al. 2014) stattfindet. Der Anteil von Erdgas bei der Wärmerzeugung lag 2019 bei 48 % (Destatis 2020a); dabei findet die Wärmerzeugung selbst ebenfalls zu einem großen Maß dezentral statt (über Heizungsanlagen in Wohnhäusern), gleichzeitig werden aber auch große Gasverbraucher (wie z. B. Gaskraftwerke) meist per Rohrleitung mit Gas versorgt (Deuker et al. 2010). Von Bedeutung für den Güterverkehr sind daher primär die großen Einzelstandorte der fossilen Energieträger, die im Wesentlichen über Land- und Seeverkehr versorgt werden. Dies betrifft nach Leerkamp et al. (2019) die Kraftwerke, die ihre Energie aus Steinkohle, Braunkohle oder Biomasse gewinnen. Gemäß BSI-KritisV liegt der Schwellenwert für eine kritische Infrastruktur bei der Stromerzeugung bei 104 MW. Die Standorte dieser Kraftwerke liegen bereits in Leerkamp et al. (2019) vor und werden in das Zentrale-Orte-Konzept aufgenommen. Zusätzlich werden auch Raffinerien aufgenommen. Diese sind zwar ebenfalls vielfach an Pipelines angeschlossen, erzeugen aber erhebliche ausgehende Verkehre (z. B. zur Tankstellenversorgung). **Aufgrund der Einstufung als kritische Infrastruktur, aber auch wegen der Wichtigkeit der internationalen Rohstoffversorgung werden die Verwaltungsgemeinschaften, in denen diese Standorte liegen, wie in Leerkamp et al. (2019) als A-Standorte klassifiziert.**

Im Sektor **Transport und Verkehr** ist zu beachten, dass lediglich für die Häfen und Frachtflughäfen flächendeckende Zahlen zu den umgeschlagenen Gütern vorliegen. Das relevante Bemessungskriterium ist bei Häfen die Gesamtmenge bereitgestellter, verteilter, gelagerter, bearbeiteter oder umgeschlagener Transporte im Im- und Export, sowie im Binnenverkehr in

²³ Bezeichnet nach Gailing et al. (2014) den „Wechsel von einem von einem auf fossilen Brennstoffen beruhenden Energiesystem zu einem postfossilen, erneut solaren Energiesystem“. Im 1. Halbjahr 2022 lag der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromeinspeisung bereits bei knapp der Hälfte (48,5 %) (Destatis 2022c).

Tonnen/Jahr. Der Schwellenwert liegt gemäß BSI-KritisV bei 17,55 Mio. t. Abbildung 49 zeigt den Güterumschlag der größten deutschen Seehäfen und zusätzlich diejenigen, die den Schwellenwert für die kritische Infrastruktur überschreiten. Der einzige Binnenhafen, der diesen Schwellenwert überschreitet, ist der Hafen Duisburg (Destatis 2019b). **Aufgrund ihrer internationalen Bedeutung werden die Seehäfen als A-Standorte eingestuft.**

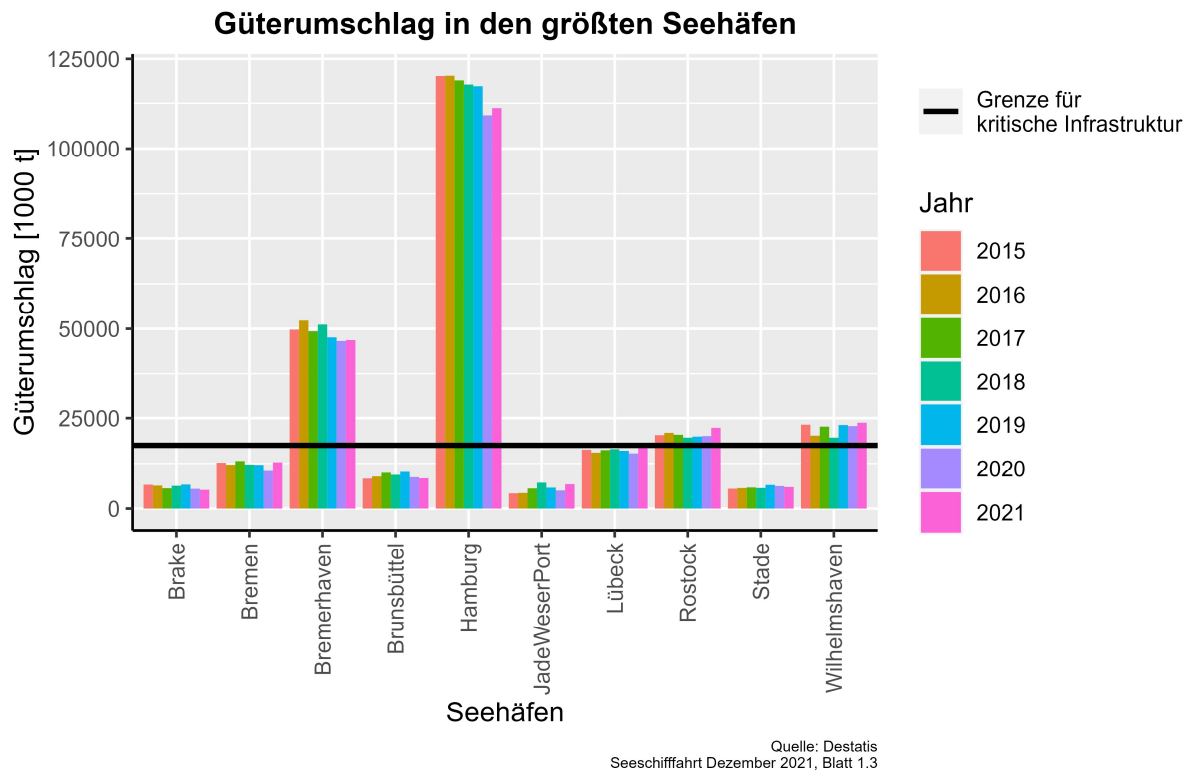


Abbildung 49: Güterumschlag in den größten Seehäfen (Destatis 2022b)

Das relevante Bemessungskriterium bei Frachtflughäfen ist nach BSI-KritisV die abgefertigte Gütermenge in Tonnen/Jahr. Der Schwellenwert liegt bei 750.000 t. Abbildung 50 zeigt die Frachtflughäfen mit Luftfracht- und Postumschlagen und zusätzlich diejenigen, die den Schwellenwert für die kritische Infrastruktur überschreiten – dies sind die Flughäfen Frankfurt, Köln/Bonn und Leipzig. Analog zu Leerkamp et al. (2019) und aufgrund ihrer massenmäßig geringen Bedeutung für den gesamten Güterverkehr werden die **Flughäfen, die den Schwellenwert überschreiten, bewusst nicht als A-Standort, sondern lediglich als B-Standort klassifiziert.**

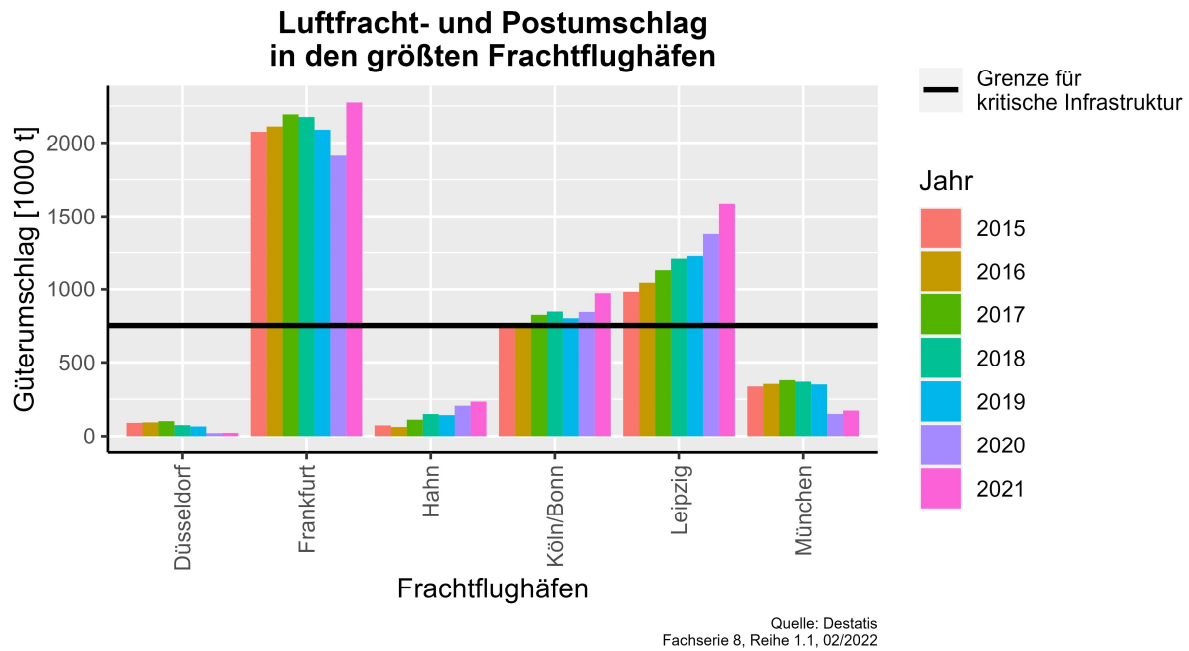


Abbildung 50: Güterumschlag in Flughäfen mit Frachtumschlag (Destatis 2020b)

Für Güterbahnhöfe bzw. Zugbildungsbahnhöfe ist die Bemessungsgrundlage für die kritische Infrastruktur die Anzahl ausgehender bzw. gebildeter Züge pro Jahr; der diesbezügliche Schwellenwert liegt bei 23.000. Zahlen hierzu sind öffentlich nicht zugänglich. Gemäß DB Netz sind dies die folgenden (DB AG 2017): Maschen, Seelze, Seddin, Halle (Saale), Oberhausen-Osterfeld, Hagen-Vorhalle, Köln-Gremberg, Mannheim, Nürnberg und München-Nord. **Aufgrund ihrer primär nationalen Bedeutung werden die Verwaltungsgemeinschaften, in denen die Rangierbahnhöfe liegen, als B-Standorte in das Zentrale-Orte-Konzept übernommen.** Die Rangierbahnhöfe stellen nach Eisold et al. (2019) die höchstrangigen Zugbildungsbahnhöfe dar. An diesen findet die Bildung von Durchgangszügen und damit für den Fernbereich statt (Eisold et al. 2019; Bundesregierung 2021a). Die Zugbildungsbahnhöfe sind jeweils Elemente des Systems Einzelwagenverkehr, die ausschließlich eine Funktion innerhalb dieses Systems übernehmen; Verknüpfungen mit anderen Verkehrssystemen finden erst auf Ebene der Ladestellen/Gleisanschlüsse statt. Aus diesem Grund wird mit Blick auf die spätere Formulierung der Verknüpfungsregeln die Klassifizierung von Zugbildungsbahnhöfen im Folgenden gesondert für den Verkehrsträger Schiene vorgenommen, d. h. bei der späteren Betrachtung des Verkehrsträgers Straße haben diese Standorte ggf. eine abweichende Klassifizierung.

Für die Anlagen des kombinierten Verkehrs, die bei Straße-Schiene-Umschlag in den KritisV ebenfalls zu den Zugbildungsbahnhöfen gerechnet werden, liegen keine flächendeckenden Umschlagszahlen vor. Da KV-Terminals sowie Häfen mit geringeren Umschlagszahlen vor dem Hintergrund einer beabsichtigten Verlagerung von Verkehren auf nachhaltige Verkehrsträger ebenfalls relevant sind, wird deren Einbindung ins Zentrale-Orte-Konzept daher unten im normativen Teil diskutiert. Für private Logistikzentren liegen ebenfalls keine Zahlen vor. Angesichts der beschriebenen geringen Standorttreue von Logistikstandorten wird von einer weiteren Betrachtung dieser Standorte im Weiteren abgesehen. Eine Diskussion erfolgt ebenfalls weiter unten im normativen Teil.

Für den Sektor **Ernährung** liegen ebenfalls keine Daten hinsichtlich einzelner privater Standorte vor, mit denen geprüft werden kann, ob die Schwellenwerte nach BSI-KritisV hinsichtlich

hergestellter/behandelter/umgeschlagener Lebensmittel i. H. v. 434.500 t erreicht werden. Hinsichtlich der Distribution von Lebensmitteln ist zu beachten, dass hierbei die relevanten Ziele den Bevölkerungsschwerpunkten entsprechen. Die Lebensmittelproduktion und -behandlung ist kleinteilig und mitunter auch regional ausgerichtet (Klemmer 2016). 56 % der Betriebe des produzierenden Ernährungsgewerbes sind Kleinst- und Kleinunternehmen (Destatis 2019a). Entsprechend ist bei einem Großteil der Betriebe davon auszugehen, dass die Schwellenwerte für kritische Infrastruktur nicht überschritten werden. In Zukunft ist denkbar, dass kritische Infrastrukturen verstärkt in den Fokus der Planung rücken und daher auch für die Planungsbehörden bekannt ist, wo relevante Standorte kritischer Infrastruktur sind. Bislang findet z. B. in der Raumordnung noch keine planerische Adressierung kritischer Infrastruktur statt (Riegel 2015). Daher müssen hier andere Kriterien für eine Einstufung gefunden werden.

Auf Basis der Fallstudie mit einem Unternehmen der Nahrungsmittelindustrie (siehe dazu Leerkamp et al. 2023), der Sichtung der Standorte dieses befragten Unternehmens, der Sichtung bundesweiter Standorte der Nahrungsmittelindustrie aus Openstreetmap (OpenStreetMap contributors o. J.) sowie des Abgleichs von Flächenkennziffern von Betrieben des produzierenden Gewerbes aus Vallée et al. (2012) wird im Weiteren 5 ha als Schwellenwert für Flächengrößen von Einzelstandorten der Ernährungsindustrie verwendet. Für eine weitere Validierung wurden aus OpenStreetMap (OpenStreetMap contributors o. J.) alle dort entsprechend identifizierbaren Standorte der Ernährungsindustrie entnommen.²⁴ Abbildung 51 zeigt die Summenhäufigkeitsverteilung nach der Fläche. Es ist erkennbar, dass es sehr viele kleine Standorte gibt. Das 80 %-Quantil liegt bei einer Flächengröße von 4,2 ha. Bei den Standorten im Untersuchungsraum und angrenzend handelt es sich im Wesentlichen um Zuckerfabriken. Diese stellen auch die überwiegende Zahl der Standorte mit großen Flächenzahlen dar.

Zur weiteren Validierung der Erkenntnis wird auf die Flächenkennziffer für Betriebe des produzierenden Gewerbe in Vallée et al. (2012) zurückgegriffen. Demnach ist für Betriebe des produzierenden Gewerbes eine Flächenkennziffer von 250 m² pro Beschäftigten anzusetzen. Wenn man unter der Annahme gleicher Güterproduktivität von Mitarbeitern davon ausgeht, dass in der Regel 200 Mitarbeiter ein Güteraufkommen über dem Schwellenwert für kritische Infrastruktur produzieren, wird basierend auf der Flächenkennziffer eine Flächengröße von 5 ha benötigt. Dies stimmt in etwa mit dem 80 %-Quantil der Flächengrößen der bekannten Standorte der Ernährungsindustrie überein, sodass 5 ha als geeigneter Schwellenwert für Flächengrößen von Einzelstandorten der Ernährungsindustrie bestätigt werden. Die in der für den Untersuchungsraum erstellten Gewerbeflächendatenbank enthaltenen Standorte der Ernährungsindustrie werden für die spätere Einstufung von Verwaltungsgemeinschaften herangezogen.

²⁴ als OSM-Tags wurden die folgenden verwendet: Bäckerei, Getränke, Metzgerei, Molkerei, Getränke, Lebensmittel, Lebensmittelindustrie, Getreide, Getreidemühle, Eisfabrik, Mineralwasser, Schlachthof, Süßwaren, Zuckerraffinerie

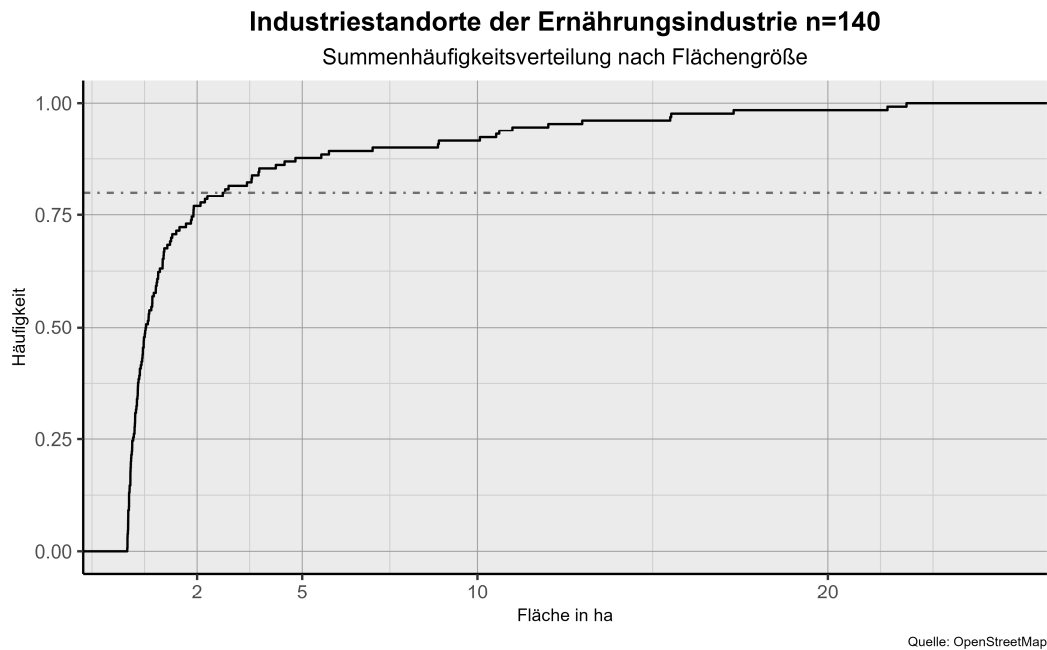


Abbildung 51: Summenhäufigkeitsverteilung der Flächengröße von Standorten der Ernährungsindustrie

Aufgrund ihrer nationalen Bedeutung als kritische Infrastruktur werden die Verwaltungsgemeinschaften, in denen diese großen Standorte der Ernährungsmittelindustrie liegen, als B-Standorte in das Konzept mitaufgenommen.

Für den Sektor **Gesundheit** liegen ebenfalls keine Daten hinsichtlich einzelner privater Standorte vor. Die relevanten Anlagen dieses Sektors sind Teil der güterverkehrsintensiven chemischen Industrie, diese wurden bereits in Leerkamp et al. (2019) ermittelt und werden weiter unten validiert.

5.3.3 Empirische Herleitung

Grundlegend für die empirische Herleitung wäre eine transportkettenorientierte Betrachtung. Dafür müssten jedoch alle Quell-/Zielbeziehungen möglichst zwischen Einzelstandorten bekannt sein. Da der Güterverkehr Ergebnis von Unternehmensentscheidungen in der Logistik ist und dementsprechend kein flächendeckender Einblick über diese Verkehrsbeziehungen existiert, wird ebenso wie in den oben beschriebenen Arbeiten der Fokus auf große Einzelstandorte gelegt, die singuläre Verkehrserzeuger sind. Dies geschieht analog zu den beiden beschriebenen Ansätzen und zur Verkehrsverflechtungsprognose des Bundesverkehrswegeplans.

Daneben wird zusätzlich eine regionale Betrachtung der Beschäftigung vorgenommen, um für die jeweiligen Regionen bedeutsame Gemeinden ermitteln zu können, deren Bedeutung sich nicht aus Einzelstandorten ergibt. Der Fokus wird hierbei analog zu Leerkamp et al. (2019) auf die Beschäftigung in der Produktion und in der Logistik gelegt.

Zusätzlich sind auch logistische Knoten zu betrachten, an denen der Umschlag von Gütern stattfindet, und die daher ebenfalls von großer Bedeutung für die Transportabwicklung sind (Clausen et al. 2019). Da diese ebenfalls dem normativen Ziel einer Verlagerung von Verkehren auf die Schiene dienen, wird dies weiter unten in Kapitel 5.3.4 umgesetzt.

Einzelstandorte

Die Ermittlung der Einzelstandorte erfolgt unter Bezugnahme auf Klemmer (2016). Hier wird zunächst für alle Gütergruppen qualitativ ermittelt, wie stark die Konzentration produzierender/verarbeitender Standorte ist, wie groß die Transportweiten und wie hoch das Güteraufkommen sind. Daraus ist erkennbar, für welche Gütergruppen eine Betrachtung der Einzelstandorte notwendig ist. Abbildung 52 zeigt hierfür das inländische Güteraufkommen sowie die durchschnittliche Transportweite. Hierbei ist erkennbar, dass die Güterabteilungen 4-6, 8-9 und Sonstiges alleine für mehr als die Hälfte der Transportleistung verantwortlich sind (siehe auch Abbildung 52). Tabelle 21 zeigt die angesprochene Bewertung der Gütergruppen nach Klemmer (2016).

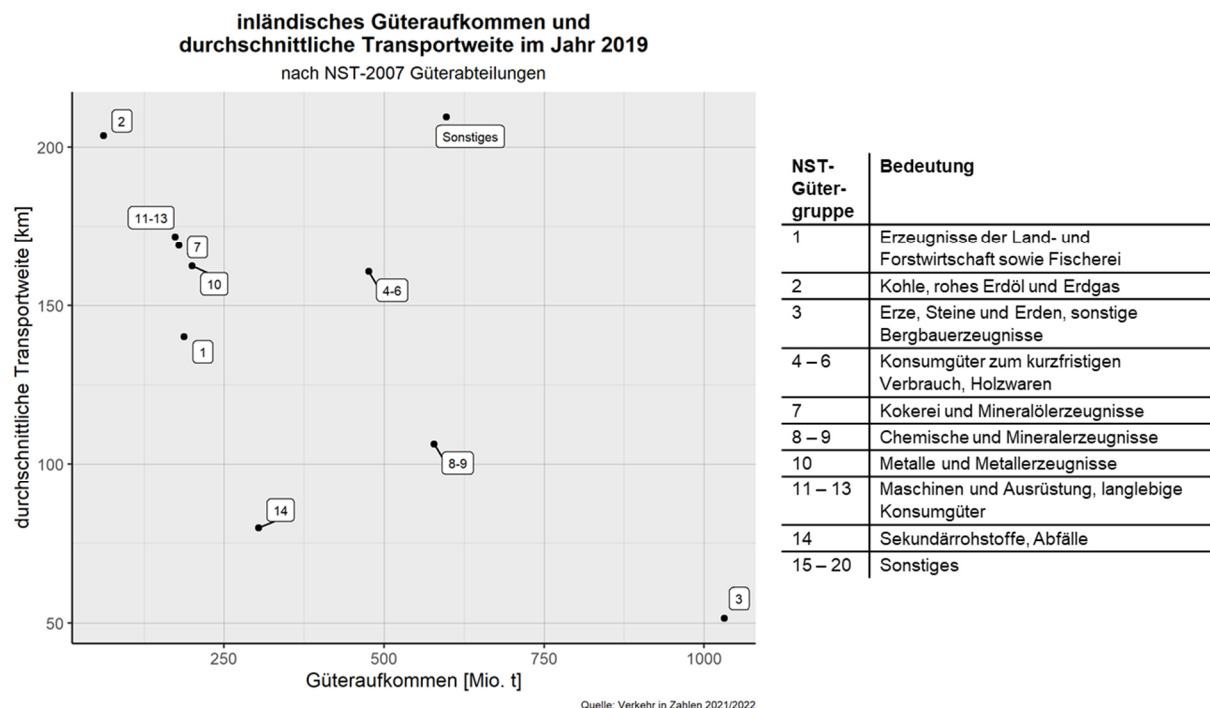


Abbildung 52: inländisches Güteraufkommen und durchschnittliche Transportweite im Jahr 2019 nach NST-2007 Güterabteilungen (BMVI 2020)

Tabelle 21: Bewertung der Gütergruppen im Hinblick auf ihre Relevanz von Einzelstandorten für das ZOGV-Konzept (Klemmer 2016, S. 52)

NST-Gütergruppe		Standorte	Transportweiten	Gesamtmenge
1	Erzeugnisse der Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei	–	+	–
2	Kohle, rohes Erdöl und Erdgas	+	+	–
3	Erze	+	–	+
	Steine und Erden	–	–	+
	Sonstige Bergbauerzeugnisse	/	–	+
4 – 6	Konsumgüter zum kurzfristigen Verbrauch, Holzwaren	–	+	/
7	Kokerei und Mineralölerzeugnisse	+	+	–
8 – 9	Chemische und Mineralerzeugnisse	+	/	/
10	Metalle und Metallerzeugnisse	/	+	–
11 – 13	Maschinen und Ausrüstung, langlebige Konsumgüter	/	+	–
14	Sekundärrohstoffe, Abfälle	/	–	–
Erläuterung: + Die Bewertungsgröße ist sehr ausgeprägt und trägt zu einer besonderen Berücksichtigung als Standort bei, d. h. es handelt sich um große Mengen, hohe Transportweiten oder wenige bedeutende nationale Standorte. / Die Bewertungsgröße ist max. durchschnittlich ausgeprägt und kann zu einer besonderen Berücksichtigung als Standort beitragen, wenn auch in den anderen Kategorie hohe Bewertungen erzielt werden. – Die Bewertungsgröße ist kein Argument für die besondere Berücksichtigung als Zentraler Ort der Logistik; d.h. es handelt sich um geringe Gesamtumschlagsmengen, geringe Transportweiten oder eine sehr kleinteilige Standortstruktur, so dass die Bedeutung der einzelnen Standorte geringer ausfällt.				

Tabelle 22 zeigt darüber hinaus für diese Gütergruppen eine Zuordnung zu singulären Verkehrserzeugern in den hier relevanten Arbeiten. Im Wesentlichen ähneln sich demnach die verwendeten singulären Verkehrserzeuger. Im Folgenden werden die Gütergruppen dargestellt, bei denen hier abweichend von den bestehenden Ansätzen Einzelstandorte hinzugefügt werden.

Tabelle 22: singuläre Verkehrserzeuger nach Relevanz für NST-Gütergruppen (kursiv gedruckte sind bereits über kritische Infrastruktur abgedeckt)

	Singuläre Verkehrserzeuger			
NST	Verkehrsverflechtungs- pronose für den BVWP 2030 BMVI (2014)	Leerkamp et al. (2019) - Raumfunktionales Verfahren	Klemmer (2016)	Eigene Ergänzung
01				<i>Ernährungsindustrie</i>
02	<i>Steinkohlekraftwerke Braunkohlekraftwerke Raffinerien</i>	<i>Steinkohlekraftwerke Braunkohlekraftwerke</i>	<i>Raffinerien Steinkohleabbau und Kokereien Braunkohleabbau</i>	<i>Steinkohlekraftwerke Braunkohlekraftwerke Raffinerien</i>
03			Gewinnung von Steinen und Erden	Zementwerk Gewinnung von Steinen und Erden
04 – 06			Papierindustrie <i>Lebensmittelindustrie</i>	<i>Ernährungsindustrie</i>
07	<i>Raffinerien</i>	<i>Raffinerien</i>	<i>Raffinerien</i>	<i>Raffinerien</i>
08 – 09	Chemieparks	Chemiewerk > 100 SvB	Chemieindustrie Pharmaindustrie	Chemieindustrie
10	Eisen- und Stahlunternehmen (Stahlwerke)	Stahlwerk	Stahlwerk	Stahlwerk
11 – 13	Automobilunternehmen	Automobilindustrie Luftfahrtindustrie	Automobilindustrie Automobilzulieferer- industrie	Automobilindustrie Automobilzulieferer- industrie
14				Deponien, Müllverbrennungsanlagen
Nicht zuord- bar		<i>Biomassekraftwerke</i>	Spezialanfertigungen	

Die NST-Gütergruppe 01 **Erzeugnisse der Land- und Forstwirtschaft** hat ein eher geringes Güteraufkommen, dafür jedoch mittlere Transportweiten und gleichzeitig eine sehr kleinteilige Standortstruktur (siehe Abbildung 52 und Tabelle 21). Dies ist u. a. auf die kleinteilige Struktur der landwirtschaftlichen Erzeuger zurückzuführen. Relevante Einzelstandorte sind hierbei große Produktionsstätten der Ernährungsindustrie. **Diese sind oben bereits als Teil der kritischen Infrastruktur klassifiziert und als B-Standorte eingestuft worden.**

Die NST-Gütergruppe 02 **Kohle, rohes Erdöl und Erdgas** hat zwar ein geringes Güteraufkommen, dafür jedoch große Transportweiten aufgrund der internationalen Rohstoffquellen und konzentriert sich auf sehr wenige Standorte (siehe Abbildung 52 und Tabelle 21). Zu den Standorten gehören Raffinerien und Kohlekraftwerke (siehe Tabelle 22). **Diese sind oben bereits als Teil der kritischen Infrastruktur klassifiziert und als A-Standorte eingestuft worden.**

Die NST-Gütergruppe 03 **Steine und Erden** hat mit Abstand das größte Güteraufkommen, jedoch sehr regionale Transportweiten (siehe Abbildung 52 und Tabelle 21). Klemmer (2016) weist daraufhin, dass die Erze gesondert zu betrachten sind, da es hier nur sehr wenige Standorte gibt. In

Deutschland selbst hat der Erzabbau heute eine sehr geringe Bedeutung (Drobe 2020). Als relevante Zielstandorte sind für Erze jedoch Stahl- und Zementwerke zu nennen (siehe Tabelle 22). **Aufgrund umfangreicher internationaler Verflechtungen werden Stahlwerke als A-Standorte klassifiziert. Die betrifft ebenfalls die NST-Gütergruppe Metalle und Metallerzeugnisse.** Die Stahlwerke (integriertes Hüttenwerk und Elektrostahlwerk) werden dabei aus Leerkamp et al. (2019) entnommen. **Rohstoffabbaugebiete für Steine und Erden (u. a. Kalkstein, Kies, Naturstein) haben eine große Bedeutung für das Güteraufkommen (siehe Tabelle 21) und werden ebenfalls aufgenommen sowie aufgrund der regionalen Ausrichtung (geringe Transportweite) als C-Standorte klassifiziert.** Hierzu werden für den Untersuchungsraum alle im RROP 2008 (RVB 2008) ausgewiesenen Vorranggebiete Rohstoffgewinnung mit Ausnahme der Braunkohle mit einer Größe ab 10 ha verwendet.²⁵ **Zementwerke werden ebenfalls aufgrund der regionalen Ausrichtung der Bauindustrie als C-Standorte klassifiziert.**

Die **NST-Gütergruppe 04–06 Konsumgüter zum kurzfristigen Verbrauch, Holzwaren** hat große Transportweiten, ein mittleres Güteraufkommen sowie eine geringe Standortkonzentration (siehe Abbildung 52 und Tabelle 21). Die Ermittlung relevanter Einzelstandorte ist daher schwierig. Eine Gruppe relevanter Einzelstandorte sind hierbei große Produktionsstätten der Ernährungsindustrie. **Diese sind oben bereits als Teil der kritischen Infrastruktur klassifiziert und als B-Standorte eingestuft worden.** Weitere relevante Ziele sind hierbei die Bevölkerungsschwerpunkte. Diese werden unten bei den normativen Festlegungen berücksichtigt.

Die **NST-Gütergruppe 07 Kokerei- und Mineralölerzeugnisse** stellt im wesentlichen weiterverarbeitete Güter der NST-Gütergruppe 02 dar und hat daher ebenfalls große Transportweiten sowie eine starke Standortkonzentration und ein geringes Güteraufkommen (siehe Abbildung 52 und Tabelle 21). Als relevante Standorte sind hier Raffinerien (Verarbeitung von Mineralöl) und Stahlwerke (u. a. Verarbeitung von Koks) zu nennen (siehe Tabelle 22). **Stahlwerke und Raffinerien sind bereits als A-Standorte klassifiziert worden.**

Die **NST-Gütergruppe 08–09 Chemische und Mineralerzeugnisse** hat eine sehr hohe Standortkonzentration, ein hohes Güteraufkommen sowie eine mittlere Transportweite (siehe Abbildung 52 und Tabelle 21). In der Unternehmensdatenbank von Leerkamp et al. (2019) liegen Chemiestandorte und -parks vor. Um eine Abgrenzung zwischen den großen Chemieparks und kleineren Einzelstandorten vorzunehmen, wird zur Abgrenzung eine Mitarbeiterzahl von 3.000 gewählt. **Alle darüber liegenden Chemiestandorte werden als A-Standort klassifiziert, alle darunter liegenden als B-Standort.**

Die **NST-Gütergruppe 10 Metalle und Metallerzeugnisse** hat eine mittlere Standortkonzentration, ein geringes Güteraufkommen sowie große Transportweiten (siehe Abbildung 52 und Tabelle 21). Hierbei gibt es mit den Stahlwerken (Elektrostahlwerke und integriertes Hüttenstahlwerk, siehe auch Wirtschaftsvereinigung Stahl 2020) ebenfalls große, international bedeutsame Einzelstandorte (siehe

²⁵ Der Schwellenwert 10 ha wird der Raumordnungsverordnung entnommen. Ab diesem Wert ist in der Regel ein Raumordnungsverfahren einzuleiten, da davon auszugehen ist, dass das bergbauliche Vorhaben raumbedeutsam ist und eine überörtliche Bedeutung hat.

Tabelle 22). Die Standorte werden aus Leerkamp et al. (2019) entnommen. **Alle Stahlwerke werden wie bereits in Leerkamp et al. (2019) beschrieben als A-Standort klassifiziert.**

Die **NST-Gütergruppe 11 Maschinen und Ausrüstungen** hat eine mittlere Standortkonzentration, ein geringes Güteraufkommen sowie große Transportweiten (siehe Abbildung 52 und Tabelle 21). Als relevante Standorte werden hier die Automobilindustrie und Luftfahrtindustrie gesehen (siehe Tabelle 22). Klemmer (2016) nimmt darüber hinaus eine Trennung zwischen Automobilwerken und -zuliefererindustrie vor. Um diese Abgrenzung vorzunehmen, wird hier daher analog zum Vorgehen bei der Chemieindustrie eine Abgrenzung über die Mitarbeiterzahl vorgenommen. Die Standorte werden ebenfalls aus Leerkamp et al. (2019) entnommen. **Alle Standorte der Automobil- und Luftfahrtindustrie über 3.000 Mitarbeiter werden als A-Standort klassifiziert, alle darunter als B-Standort.**

Die **NST-Gütergruppe 14 Abfälle und Sekundärrohstoffe** hat ein geringes Güteraufkommen, geringe Transportweiten sowie eine mittlere Standortkonzentration (siehe Abbildung 52 und Tabelle 21). Dennoch ist hierzu beachten, dass diese Standorte sehr standorttreu sind – aufgrund der hohen Standortanforderungen. Daher werden hier für den Untersuchungsraum alle im RROP 2008 (RVB 2008) als Siedlungsabfalldeponie und Müllverbrennungsanlage ausgewiesenen Vorranggebiete für Abfallbeseitigung verwendet. **Entsprechend der regionalen Ausrichtung werden diese Standorte als C-Standorte klassifiziert.**

Somit sind für alle Gütergruppen, soweit möglich, relevante Einzelstandorte identifiziert worden. Um auch regional bedeutsame Gemeinden zu identifizieren, wird im Folgenden ebenfalls eine regionale Betrachtung der Beschäftigung vorgenommen.

Regionale Beschäftigungsschwerpunkte

Da es ebenfalls Verwaltungsgemeinschaften gibt, die zwar von Bedeutung für den Güterverkehr sind, jedoch keine herausragenden Einzelstandorte haben, dafür jedoch z. B. mehrere mittelständische Produktionsunternehmen umfassen, werden ebenfalls Verwaltungsgemeinschaften ermittelt, die Beschäftigungsschwerpunkte darstellen. Zusätzlich tritt wie bereits dargestellt bei einer bundesweiten Betrachtung von Beschäftigtenzahlen das Problem auf, dass durch die Setzung hoher Schwellenwerte regional bedeutsame Zentren der Beschäftigung außer Acht gelassen werden. Um dies zu umgehen, wird das Konzept der „Absolute and Relative Employment Concentration (AREC) areas“ nach van den Heuvel et al. (2011) angepasst und nutzbar gemacht. Mit dieser Methode werden die absolute und relative Konzentration von Beschäftigung einer Branche in einer Region gemessen und somit Cluster identifiziert. Die Untersuchung erfolgt für die WZ-Aggregate Logistik (Durchführung des Güterverkehrs) sowie Produktion (Quelle und Senke von Güterverkehr). Diese Standorttypen können zwar nicht im Hinblick auf die oben verwendeten Bewertungsgrößen Standorte, Transportweiten sowie Gütermenge betrachtet werden, es kann jedoch angesichts vorliegender Beschäftigungskonzentration von einer großen Bedeutung der jeweiligen Verwaltungsgemeinschaft für den Güterverkehr ausgegangen werden.

Regionale Beschäftigungsschwerpunkte – Ermittlung von absolute and relative employment concentration (AREC) areas nach van den Heuvel et al. (2011)

In der zugrunde liegenden Arbeit von van den Heuvel et al. (2011) werden als Datengrundlage die niederländischen vierstelligen Postleitzahlbereiche verwendet, die jeweils 10 km² groß sind. Eine vergleichbare konsistente Raumeinheit existiert in Deutschland bislang nicht.

Schritt 1: Ermittlung, ob räumliche Konzentration in der betrachteten Branche vorliegt: Dies geschieht mittels des locational-gini Koeffizienten nach Krugman (1991) in der Definition von Kim et al. (2000) und Guillain et al. (2007). Dieser Koeffizient zeigt an, ob die Beschäftigung in einer Branche räumlich konzentriert ist und basiert u. a. auf dem Lokalisationsquotienten (s. u.). Ein Wert von 0 weist auf Gleichverteilung der Beschäftigung hin, ein Wert von 0,5 auf deren Konzentration auf ein einziges Gebiet.

Schritt 2.1: Filtern aller Gebiete, die kein Potenzial haben. Dazu werden Schwellenwerte gesetzt:

- Für den Lokalisationsquotient („misst die räumliche Konzentration einer Branche in einer Region relativ zu einer übergeordneten Raumeinheit“ Farhauer und Kröll 2009, S. 5). Hier wird in der Regel ein Wert von 1 gesetzt.
- Für die absolute Beschäftigtenzahl in der betrachteten Branche. Hier wird die durchschnittliche Beschäftigung pro Gebiet in der betrachteten Branche verwendet.

Schritt 2.2: Verschmelze aus Schritt 2.1 verbleibende Gebiete, die aneinander angrenzen.

- Für diese Gebiete werden die Beschäftigtenzahl und der Lokalisationsquotient neu berechnet.

Schritt 2.3: Identifiziere die Gebiete absoluter und relativer Beschäftigtenkonzentration:

- Für den Lokalisationsquotient und die absolute Beschäftigung werden neue Schwellenwerte gesetzt. Bei van den Heuvel et al. (2011) wird ein LQ von 2 gewählt und für die Beschäftigung der Wert des 90 %-Quantils.

Ein Vergleich zwischen 1996 und 2009 mit untersuchten Postleitzahlbereichen in den Niederlanden zeigt, dass AREC-Gebiete in der Logistik-Branche robust sind und über die Zeit wachsen, entweder durch wachsenden Anteil der Beschäftigung oder indem angrenzende Gebiete ebenfalls Teil des Clusters werden. Es ist außerdem feststellbar, dass sich große Logistikunternehmen häufig in diesen Gebieten ansiedeln und bei Standortverlagerungen innerhalb einer Region das Ziel der Verlagerung häufig ein AREC-Gebiet ist. (van den Heuvel et al. 2013b)

Wie bereits dargestellt, gibt es derzeit noch keine mit der in der Quelle verwendeten vergleichbare Gebietseinheit, und daher werden hier, wie in den oben dargestellten Konzepten, die LAU 1-Gebiete verwendet. Zunächst wird der locational gini-Koeffizient berechnet. Für die Logistik beträgt dieser im Untersuchungsraum 0,25 und liegt damit etwas niedriger als im Untersuchungsraum von van den Heuvel et al. (2011).

Tabelle 23: Beispielwert für den locational gini

	Gebietseinheit	Locational Gini für Logistik
Noord-Brabant	Postleitzahlgebiet (10 km ²)	0,2984
Großraum Braunschweig	Verwaltungsgemeinschaften (LAU 1)	0,2514

In Schritt 2.1. wird analog zu van den Heuvel et al. (2011) als Schwellenwert der durchschnittlichen Beschäftigung in der Logistik auf Ebene der Verwaltungsgemeinschaften (354 SvB) ein Lokalisationsquotient von 1 verwendet, d. h. der Anteil der Logistikbeschäftigung in der jeweiligen Verwaltungsgemeinschaft muss mindestens dem in der gesamten Region entsprechen. Die Verwaltungsgemeinschaften, auf die dies zutrifft, sind ebenfalls in Abbildung 53 zu erkennen.

In Schritt 2.2. werden nun Gebiete, die zuvor in Schritt 2.1. ermittelt wurden und zusätzlich aneinander angrenzen, miteinander verschmolzen. Dies trifft im Beispiel auf Braunschweig und Salzgitter zu (siehe Abbildung 53). Für dieses neu entstandene Gebietsaggregat werden der Lokalisationsquotient und die Beschäftigtenzahlen neu berechnet.

Im Schritt 2.3. werden neue Grenzwerte für Beschäftigtenzahlen und den Lokalisationsquotienten festgelegt. van den Heuvel et al. (2011) verwenden für die Logistik als neue Grenzwerte das 90%-Perzentil der Beschäftigung sowie einen Lokalisationsquotienten von zwei. Dadurch, dass die betrachteten Gebietseinheiten dort jedoch wesentlich kleiner sind, wird hier abweichend davon der Grenzwert bei der 1,5-fachen durchschnittlichen Logistikbeschäftigung (531 SvB) und ebenfalls der zu erreichende Lokalisationsquotient auf 1,5 gesetzt. Das Ergebnis zeigt Abbildung 53. Lediglich die Städte Peine und Helmstedt verbleiben entsprechend als Gebiete mit Beschäftigtenkonzentration in der Logistik.

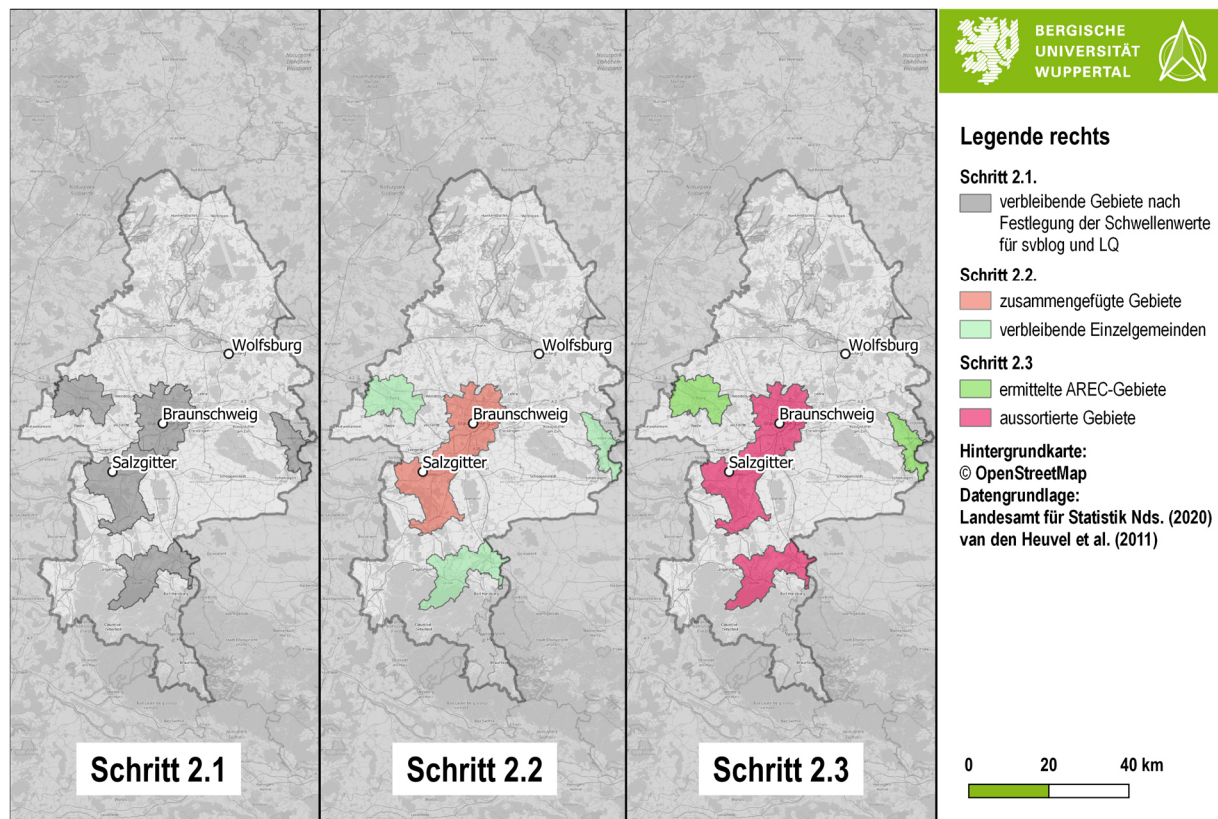


Abbildung 53: Vorgehen zur Ermittlung von AREC-Gebieten am Beispiel der Logistikbeschäftigung im Regionalverband Großraum Braunschweig

Die Beispielrechnung zeigt, dass mit dem Verfahren auch diejenigen Gemeinden ermittelt werden können, die auf regionaler Ebene eine Beschäftigungskonzentration sowohl in Bezug auf absolute Beschäftigungszahlen als auch den relativen Anteil darstellen. In Leerkamp et al. (2023) konnte

herausgearbeitet werden, dass sich in den beiden identifizierten Gemeinden Helmstedt und Peine auch überregional bedeutsame Logistikansiedlungen befinden. Aufgrund der deutlich größeren Gebiete als im zugrunde gelegten Vorgehen nach van den Heuvel et al. (2011) wird jedoch im Weiteren vom Schritt 2.2., also dem Zusammenfügen angrenzender Gemeinden abgesehen. Abbildung 54 zeigt entsprechend, wie dann die nach den Schritten 2.1. und 2.3. verbleibenden Gemeinden anhand der Strukturdaten abgelesen werden können. Das Ergebnis ändert sich nach der Änderung des Vorgehens in diesem Fall nicht.

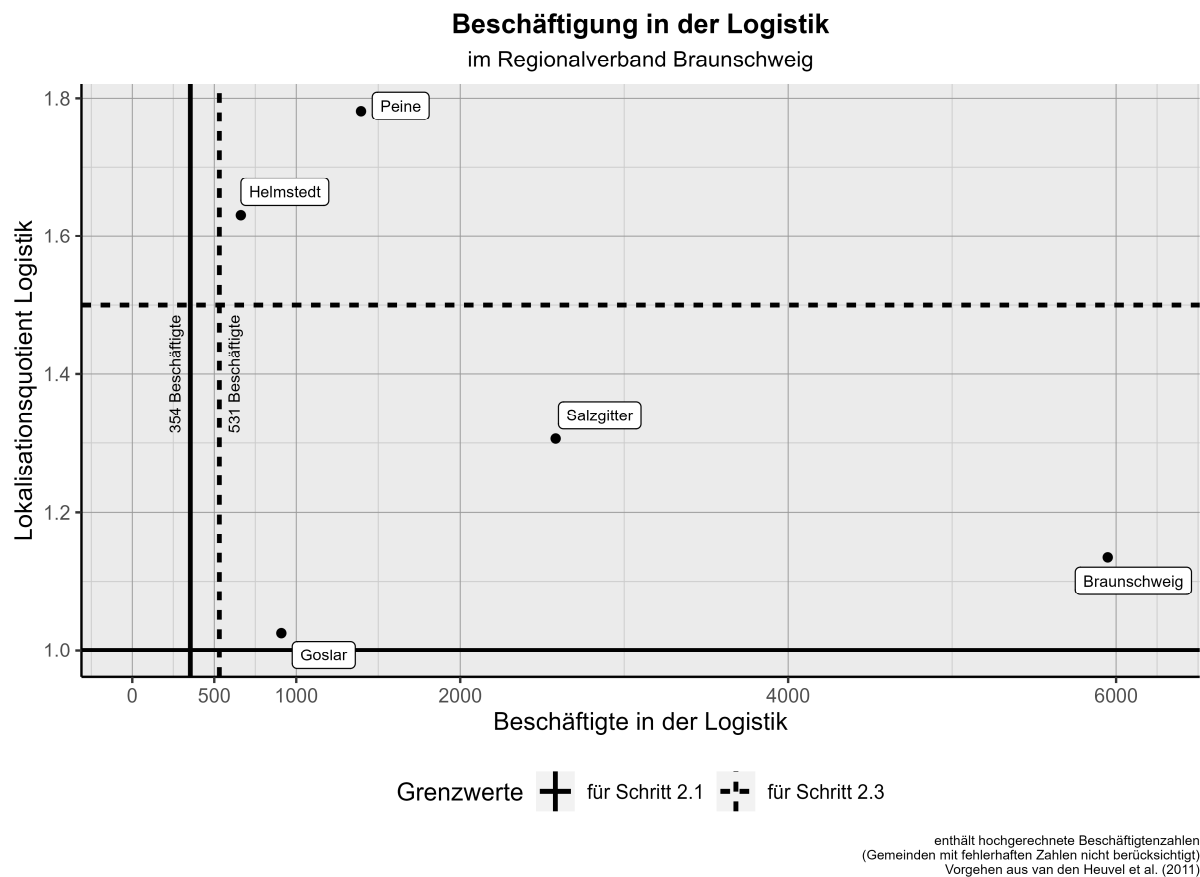


Abbildung 54: abgewandeltes Vorgehen zur Ermittlung regionaler Beschäftigungsschwerpunkte

Bei der Betrachtung der Beschäftigung der Produktion im Untersuchungsraum fällt auf, dass geschätzt etwa 80 % der Beschäftigung in den Oberzentren Wolfsburg (allein 50 %), Salzgitter und Braunschweig zu finden ist. Des Weiteren liegen aufgrund der Konzentration der Beschäftigung auf einzelne Unternehmen umfangreiche Anonymisierungen der Beschäftigtenzahlen vor. Daher wurden die anonymisierten Zahlen vereinfacht hochgerechnet, indem eine anhand der nicht-anonymisierten Zahlen berechnete durchschnittliche Beschäftigtenzahl je Niederlassung zugrunde gelegt wurde. Auf Basis der hochgerechneten Zahlen wurde dann der bereits in Kapitel 4.1.3 eingeführte herkömmliche gini-Koeffizient berechnet, der anders als der locational-gini keine weiteren Input-Werte wie den LQ benötigt. Für den gini-Koeffizienten ergibt sich ein Wert von 0,88 – es liegt also ein starke Ungleichverteilung der Beschäftigung vor. Dementsprechend ist das dargestellte Verfahren hierbei nicht anwendbar, da die geforderte Durchschnittsbeschäftigung bei Schritt 2.1. bei rund 2.800 Beschäftigten läge. Anstelle des Durchschnitts wird daher das 75 %-Quantil der Beschäftigung verwendet. Bei hoher Konzentration (gini-Koeffizient der Beschäftigung etwa bei 0,9) sollte daher

die Durchschnittsbeschäftigung durch das 75 %-Quantil der Beschäftigung ersetzt werden. Abbildung 55 zeigt das Ergebnis für den Sektor Produktion. Neben Wolfsburg und Salzgitter als Zentren der Stahl- bzw. Automobilindustrie werden des Weiteren Langelshem und Wittingen (nachrangig) identifiziert.

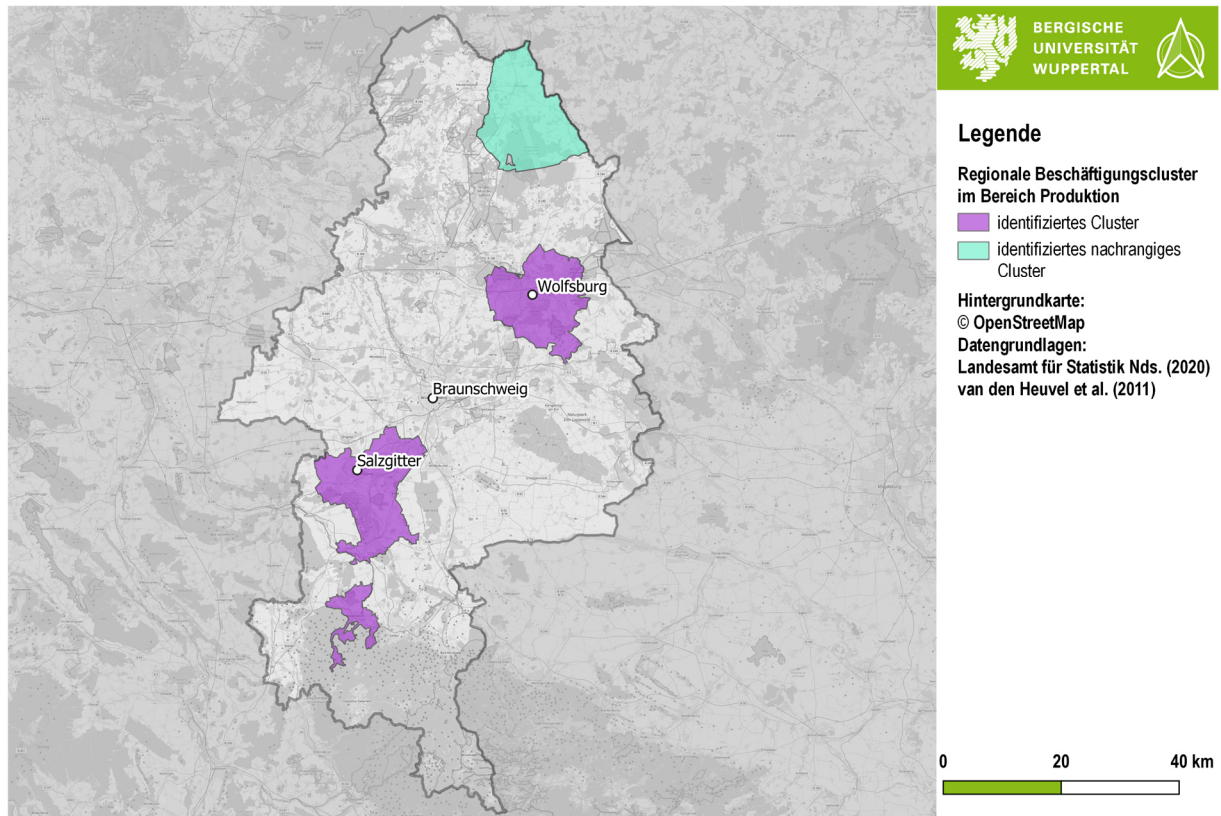


Abbildung 55: Ermittlung von regionalen Beschäftigungsclustern für Produktion

Entsprechend wird hier folgende Regel festgelegt:

Verwaltungsgemeinschaften, die *auf regionaler Ebene* einen 1,5-fachen Lokalisationskoeffizienten in der Beschäftigung in Produktion/Logistik haben sowie eine Beschäftigung, die größer als das 1,5-fache des regionalen Durchschnitts beträgt (nach AREC-Schritt 2.3 verbleibend), werden als B-Standort eingestuft. Verwaltungsgemeinschaften, die einen Lokalisationskoeffizienten in der Beschäftigung in Produktion/Logistik größer 1 haben sowie eine Beschäftigung, die größer als der regionale Durchschnitt ist (nach AREC-Schritt 2.1 verbleibend), werden als C-Standort eingestuft.

Bei sehr starker Konzentration der Beschäftigung auf einzelne Gemeinden soll anstelle der Durchschnittsbeschäftigung das 75 %-Quantil der Beschäftigung verwendet werden.

Grundsätzlich ist hierbei zu beachten, dass diese Klassifizierung immer auf regionaler Ebene erfolgt, und dementsprechend dazu führt, dass für den Zuschnitt des gewählten Untersuchungsraums die Klassifizierungen voneinander abweichen. Wäre der Regionalverband Großraum Braunschweig nicht Untersuchungsraum, würde folglich Helmstedt auch nicht als B-Standort identifiziert. Daher sollten diese Untersuchungen wenn möglich auch in den an den Untersuchungsraum angrenzenden Regionen durchgeführt werden.

Bevölkerungsschwerpunkte

Bei der empirischen Ermittlung der Einzelstandorte ergab sich die benannte Schwierigkeit, dass für die NST-Gütergruppe 04-06 (Konsumgüter zum kurzfristigen Verbrauch, Holzwaren), die große Transportweiten und ein relevantes Güteraufkommen hat, aufgrund der geringen Standortkonzentration außer für die Teilbranche Ernährungsindustrie keine Einzelstandorte ermittelt werden konnten. Bei dieser Gütergruppe ist davon auszugehen, dass diese als Transportziel vor allem die Bevölkerungsschwerpunkte haben. Entsprechend und ebenfalls vor dem Hintergrund der Versorgungsfunktion nicht nur von Unternehmensstandorten, sondern auch der Bevölkerung sollten diese auch in das zu entwickelnde Konzept einbezogen werden. Mit Blick auf die ländlichen Räume ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass hier auch die Versorgung von Unternehmen und Bevölkerung durch Zugang zu Infrastruktur sichergestellt werden soll.

Für das Konzept ist die Unterscheidung zwischen Metropolen, Großstädten und Regiopolen relevant, da diese im Zentrale-Orte-System in der Regel alle als Oberzentren ausgewiesen sind, sich jedoch im Hinblick auf den Güterverkehr in ihrer Bedeutung unterscheiden. Ebenso weichen im ländlichen Raum die Klassifizierungen in den Zentrale-Orte-Systemen aufgrund unterschiedlicher Ausstattungskataloge (dazu Greiving et al. 2014) stark voneinander ab. Dies betrifft auch die Abweichung zwischen der Klassifizierung im Zentrale-Orte-Konzept und empirisch messbarer Zentralität (Greiving et al. 2014). Relevante Zentren im ländlichen Raum sind somit ebenfalls schwierig auf Bundesebene zu identifizieren.

Daher wird hier anstelle der jeweiligen Klassifizierung im Zentrale-Orte-System auf die Regionalstatistischen Raumtypen (RegioStaR 17) des BMDV zurückgegriffen (Beschreibung dazu in Sigismund 2018). Diese stellen eine bundesweit einheitliche und empirisch gestützte Klassifizierung von Verwaltungsgemeinschaften dar. Abbildung 56 zeigt die zusammengefasste Darstellung. Dies wurde aus oben genannten Gründen bewusst in Abweichung zu den Zentrale-Orte-Konzepten der Länder erstellt (Sigismund 2018).

Regionalstatistischer Regionstyp RegioStaR 2	1 Stadtregion		2 Ländliche Region	
	11 Metropolitane Stadtregion	12 Regiopolitane Stadtregion	21 Stadtregionsnahe ländliche Region	22 Periphere ländliche Region
Differenzierter regional- statistischer Regionstyp RegioStaR 4	111 Metropole	121 Regiopole	211 Zentrale Stadt	221 Zentrale Stadt
	112 Großstadt			
	113 Mittelstadt	123 Mittelstadt	213 Mittelstadt	223 Mittelstadt
	114 Städtischer Raum	124 Städtischer Raum	214 Städtischer Raum	224 Städtischer Raum
	115 Kleinstädtischer, dörflicher Raum	125 Kleinstädtischer, dörflicher Raum	215 Kleinstädtischer, dörflicher Raum	225 Kleinstädtischer, dörflicher Raum
Regionalstatistischer Raumtyp RegioStaR 17				

Abbildung 56: Klassifizierung entsprechend der unterschiedlichen räumlichen Bezugsebenen (Sigismund 2018)

Für das hier zu entwickelnde Konzept wird daraus folgend die Festlegung getroffen, dass Metropolen als B-Standorte klassifiziert werden, da davon auszugehen ist, dass diese aufgrund der großen Bevölkerungszahl national relevante Güterverkehrssenken sind. Regiopole, Zentrale Städte sowie Großstädte werden als C-Standort klassifiziert. Hierbei ist ebenfalls davon auszugehen, dass sie relevante Senken des Güterverkehrs sind, jedoch mit geringerer Bedeutung als Metropolen. Mit der

Einbindung zentraler Städte (Bevölkerungs- bzw. Arbeitsplatzschwerpunkt im ländlichen Raum) in das Konzept wird darüber hinaus als normativer Ansatz der Zugang an das hochrangige Verkehrsnetz als Beitrag zur Entwicklungsfunktion gewährleistet.

5.3.4 Normative Festlegungen

Zentrale-Orte-Konzepte sind normative Steuerungsinstrumente (Greiving et al. 2015). Hinsichtlich des Güterverkehrs ergeben sich hierbei folgende normative Ziele:

- Die Verlagerung auf nachhaltige Verkehrsträger soll gefördert werden. Dies geschieht in Einklang mit den geltenden gesetzlichen Klimaschutzzielen.
- Logistiksiedlungen und die Abwicklung des Güterverkehrs sollen möglichst raumverträglich erfolgen, d. h. sie sollen möglichst verkehrssparsam abgewickelt werden, flächensparsam sein und gleichzeitig schützenswerte Nutzungen (z. B. Kindergärten) nicht beeinträchtigen.

Logistische Knoten

In logistischen Knoten werden Güterströme umgeschlagen und behandelt (Sonntag et al. 1999; Clausen et al. 2019). „Sie sind für die Abwicklung von Transporten ebenso wichtig, wie die Verkehrsinfrastruktur, in Form von Straßen, Wasserstraßen und Schienenwegen.“ (Clausen et al. 2019). An KV-Terminals werden kombinierte Verkehre angeboten, an Häfen werden gebrochene Verkehre angeboten, bei denen die Ladeinheit gewechselt wird. Dadurch, dass diese Knoten Zugang zu alternativen Verkehrsträgern darstellen, sind sie von großer Bedeutung für eine Verlagerung von Gütern von der Straße auf alternative Verkehrsträger.

Die international relevanten Knoten sind bereits über die städtischen Knoten im transeuropäischen Verkehrsnetz für das zu entwickelnde Konzept einbezogen und entsprechend als A-Standorte klassifiziert worden. **Daher werden die Standorte aller darüber hinaus existierenden frei zugänglichen KV-Terminals und Häfen als national bedeutsam und damit als B-Standorte klassifiziert.** Die Standorte werden aus den oben beschriebenen Datenbanken entnommen. Abbildung 57 zeigt eine Übersicht über die logistischen Knoten. Vielfach befinden sich auch Cluster von privaten Logistikunternehmen in direktem Umfeld der logistischen Knoten, bei den Güterverkehrszentren ist dies explizit Teil des Betriebskonzeptes (Nobel 2018; FGSV 2004). Diese Cluster werden durch die Einstufung der Knoten dementsprechend mitberücksichtigt.

Im Untersuchungsraum trifft dies auf die Häfen Peine und Mehrum (Hohenhameln), den Hafen und das GVZ in Salzgitter sowie den Hafen Wittingen zu.

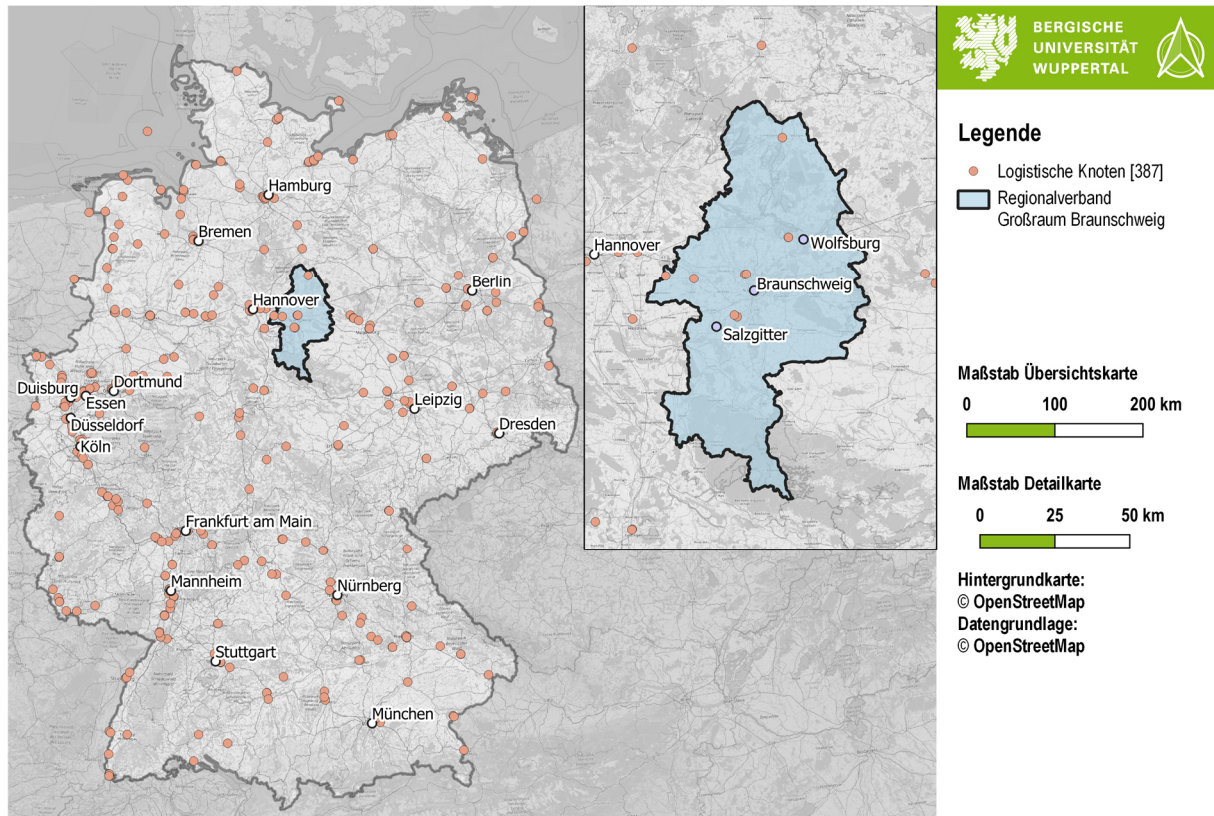


Abbildung 57: Übersicht über logistische Knoten (Leerkamp et al. 2019)

Rangierbahnhöfe

Im Zuge der Klassifizierung als kritische Infrastruktur sind mit den Rangierbahnhöfen bereits die wichtigsten Zugbildungsbahnhöfe als B-Standorte definiert worden. Zur Stärkung der Schiene als Verkehrsträger werden mit den Knotenbahnhöfen diejenigen Zugbildungsbahnhöfe mitaufgenommen, die der Zugbildung im Nahbereich dienen (Bundesregierung 2021a). Hierbei werden diejenigen Knotenbahnhöfe mitaufgenommen, die Technik für den Ablaufbetrieb und Richtungsgleise verwenden und damit ein effizientes Zugbildungsverfahren anwenden. Diese werden aus Bundesregierung (2021a) entnommen. Eine Übersicht inkl. der als B-Standorte klassifizierten Rangierbahnhöfe zeigt Abbildung 58. **Aufgrund der regionalen Ausrichtung werden die Standorte der Knotenbahnhöfe als C-Standorte klassifiziert.** Auch hier wird mit Blick auf die spätere Formulierung der Verknüpfungsregeln die Klassifizierung *gesondert* für den Verkehrsträger Schiene vorgenommen.

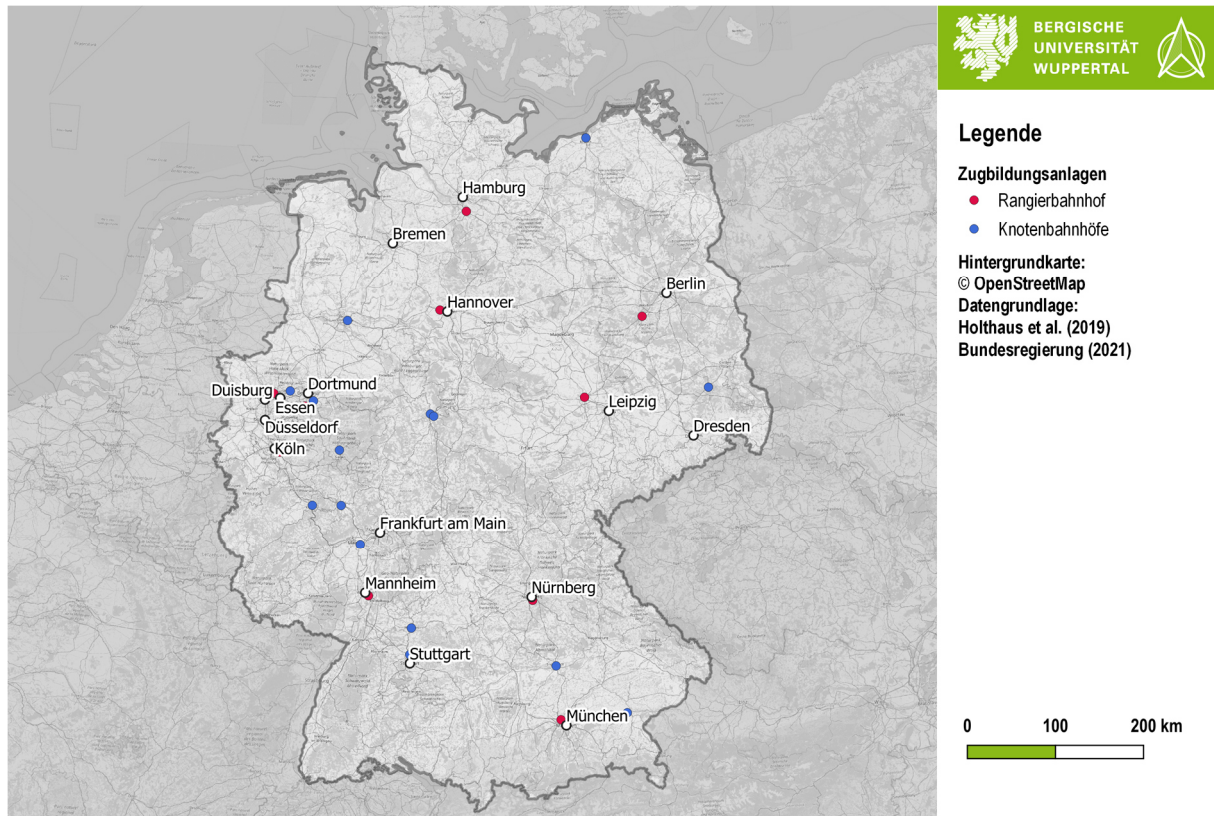


Abbildung 58: zugrunde gelegte Zugbildungsanlagen (Leerkamp et al. 2019; Bundesregierung 2021a)

Planungsvorbehalt

Um unverträgliche Ansiedlungen von Logistik zu vermeiden, d. h. dass es bei einem ermittelten regionalen Beschäftigungsschwerpunkt für Logistik automatisch zu einer Aufstufung einer Verwaltungsgemeinschaft kommt und somit ebenfalls zu einem umfangreichen Ausbau der Verkehrsnetze, wird hierfür zusätzlich ein Planungsvorbehalt eingeführt. Bei Gemeinden, die aufgrund eines regionalen Beschäftigungsschwerpunkts in der Logistik eine Einstufung erhalten, wird entsprechend geprüft, welchem Raumtyp nach RegioStaR 17 sie angehören. Gehört die Verwaltungsgemeinschaft zum *kleinstädtischen, dörflichen Raum*, so wird der Planungsvorbehalt ausgelöst, da dann davon auszugehen ist, dass die Logistikansiedlung unverträglich ist. Von den Planenden vor Ort muss dann entschieden werden, inwieweit eine Aufstufung wirklich raumverträglich ist.

Dies geschieht bewusst ausschließlich für die Logistik, denn anders als das produzierende Gewerbe ist sie, wie bereits dargestellt, nicht standorttreu und somit ist eine mögliche Aufstufung nicht zwangsläufig im Zeitverlauf robust.

5.3.5 Zusammenführung

Tabelle 24 zeigt die zusammengefasste Darstellung aller zuvor hergeleiteten Festlegungen. Wie bereits dargestellt, gibt es für den Verkehrsträger Schiene abweichende Klassifizierungen; diese sollten ausschließlich zwecks Aufbau der Schienenverkehrsnetze berücksichtigt werden.

5 Weiterentwicklung einer Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs

Tabelle 24: zusammenfassende Darstellung zur Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs

A-Standort (internationale Bedeutung)		C-Standorte (regionale Bedeutung)	
Festlegungen der EU in TEN-T: - Urban nodes Kritische Infrastrukturen - Seehafen mit internationaler Bedeutung im Gebiet (> 17 Mio. t Umschlag) - güterverkehrsrelevantes Kraftwerk (>100 MW) - Raffinerien Singuläre Verkehrserzeuger (Einzelstandorte) - Stahlwerk (Integriertes Hüttenwerk, Elektrostahlwerk) - Chemieparks/Chemiestandorte (mehr als 3.000 SvB) - Standort der Automobilindustrie und Luftfahrtindustrie (mehr als 3.000 SvB)		nachrangige Beschäftigungsschwerpunkte auf regionaler Ebene - AREC Produzierendes Gewerbe ($LQ_{1,0-1,5} \& 1,0-1,5 \times av_{svbprod}$)²⁶ - AREC Logistik ($LQ_{1,0-1,5} \& 1,0-1,5 \times av_{svblog}$)²⁶ Bevölkerungs-/Arbeitsplatzschwerpunkt - Gemeinde mit Einstufung erster Ebene (Großstadt, Regiopole, Zentrale Stadt) Singuläre Verkehrserzeuger (Einzelstandorte) - Zementwerke - Steinbrüche (> 10 ha) - Kies/Kiessand - Kalk - Quarzsand - Steine - Ton - Müllverbrennungsanlagen/Deponien Vorbehalt bei Beschäftigungsschwerpunkte von Logistik: Gebiete im kleinstädtischen, dörflichen Raum (RegioStaR17 115, 125, 215, 225)	
B-Standort (nationale/überregionale Bedeutung)		Gesonderte Klassifizierung für den Verkehrsträger Schiene: Nachrangige Rangierbahnhöfe/Knotenbahnhöfe	
Kritische Infrastrukturen - Standorte der Ernährungsmittelindustrie (> 5 ha) - Frachtflughäfen (> 750.000 t Frachturnschlag) Singuläre Verkehrserzeuger (Einzelstandorte) - Chemieparks/Chemiestandorte (weniger als 3.000 SvB) - Standort der Automobilindustrie und Luftfahrtindustrie (weniger als 3.000 SvB) Beschäftigungsschwerpunkte auf regionaler Ebene - AREC Produzierendes Gewerbe ($LQ_{prod} 1,5 \& 1,5 \times av_{svbprod}$)²⁶ - AREC Logistik ($LQ_{log} 1,5 \& 1,5 \times av_{svblog}$)²⁶ Bevölkerungs-/Arbeitsplatzschwerpunkt - Metropolen identifiziert aus RegioStaR17 (111) Logistische Knoten - Weitere Seehäfen mit Güterumschlag und Binnenhafen öffentlich zugänglich - GVZ / KV öffentlich zugänglich/ Trimodales Terminal Vorbehalt bei Beschäftigungsschwerpunkte von Logistik: Gebiete im kleinstädtischen, dörflichen Raum (RegioStaR17 115, 125, 215, 225)		Gesonderte Klassifizierung für den Verkehrsträger Schiene: Nachrangige Rangierbahnhöfe/Knotenbahnhöfe	

²⁶ Bei starker Konzentration der Beschäftigtenzahlen ($gini \geq 0,9$) müssen abweichende Abgrenzungen vorgenommen werden. Anstelle der Durchschnittsbeschäftigung soll hier das 75%-Quantil der Beschäftigung der betrachteten Branche verwendet werden.

Limitationen

Aufgrund des regionalen Untersuchungs- bzw. Datenbedarfs bei der Anwendung einzelner Klassifizierungsregeln, wie z. B. der Ermittlung der regionalen Beschäftigungsschwerpunkte ist zu beachten, dass eine Klassifizierung auf Bundesebene je nach Ausgangsregion zu unterschiedlichen Ergebnissen kommt. Da dies im Wesentlichen auf Klassifizierungsregeln für C-Standorte zutrifft, also solche mit lediglich regionaler Bedeutung, ist dies jedoch vertretbar.

Ergebnis für den Untersuchungsraum

Abbildung 59 zeigt das Ergebnis der beispielhaften Anwendung für den Untersuchungsraum. Orte mit internationaler Bedeutung sind alle Oberzentren aufgrund vorhandener Einzelstandorte der Stahl- und Autoindustrie sowie einer Bedeutung als urbaner Knoten der transeuropäischen Verkehrsnetze (Braunschweig, Wolfsburg) sowie zusätzlich Peine als Standort der Stahlindustrie und Hohenhameln als Standort eines Kohlekraftwerks. B-Standorte sind Wittingen (Hafen), Langelsheim (Einzelstandort der chemischen Industrie), Schladen-Werla (Standort der Ernährungsindustrie) sowie Helmstedt (Beschäftigungsschwerpunkt für Logistik). Auffällig ist, dass viele ländliche Verwaltungsgemeinschaften im Süden und im Osten des Untersuchungsraums ebenfalls regionale Bedeutung haben. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass dort relevante Standorte zur Gewinnung von Steinen und Erden liegen. Einziger Standort, der bei der gesonderten Klassifizierung für die Schiene eine abweichende Klassifizierung hat, ist Seelze bei Hannover aufgrund des dortigen Rangierbahnhofs (sonst als D-Standort klassifiziert).

Abbildung 60 zeigt darüber hinaus einen Abgleich zwischen der Anwendung der Zentralen Orte des Güterverkehrs und dem Anteil von Logistikflächen an allen Industrie- und Gewerbeflächen der jeweiligen Gemeinde. Auffällig ist hierbei, dass die ländlich geprägte Samtgemeinde Papenteich eine D-Klassifizierung erhalten hat und gleichzeitig im Regionsvergleich dennoch einen hohen Anteil an Logistikflächen besitzt. Dies ist auf die Entwicklung des Gewerbegebiets Waller See unmittelbar an der Braunschweiger Stadtgrenze zurückzuführen. An diesem Ergebnis ist dennoch erkennbar, dass die hier entwickelte Klassifizierung dazu dienen kann, Ansiedlungen im Hinblick auf ihre Raumverträglichkeit zu überprüfen, da in einer Gemeinde mit dieser Struktur umfangreiche Logistikansiedlungen tendenziell nicht raumverträglich sind (siehe dazu auch Kretzschmar et al. 2021).

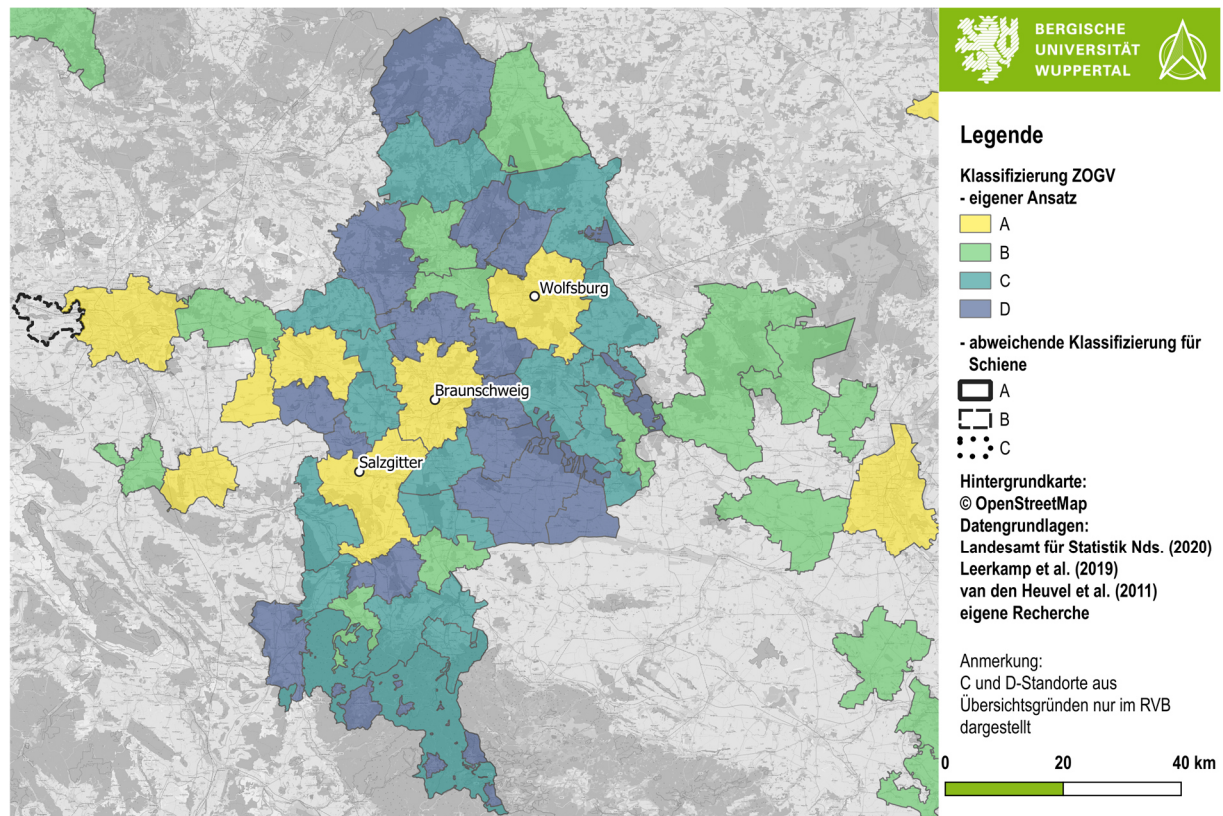


Abbildung 59: Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs anhand des entwickelten Katalogs

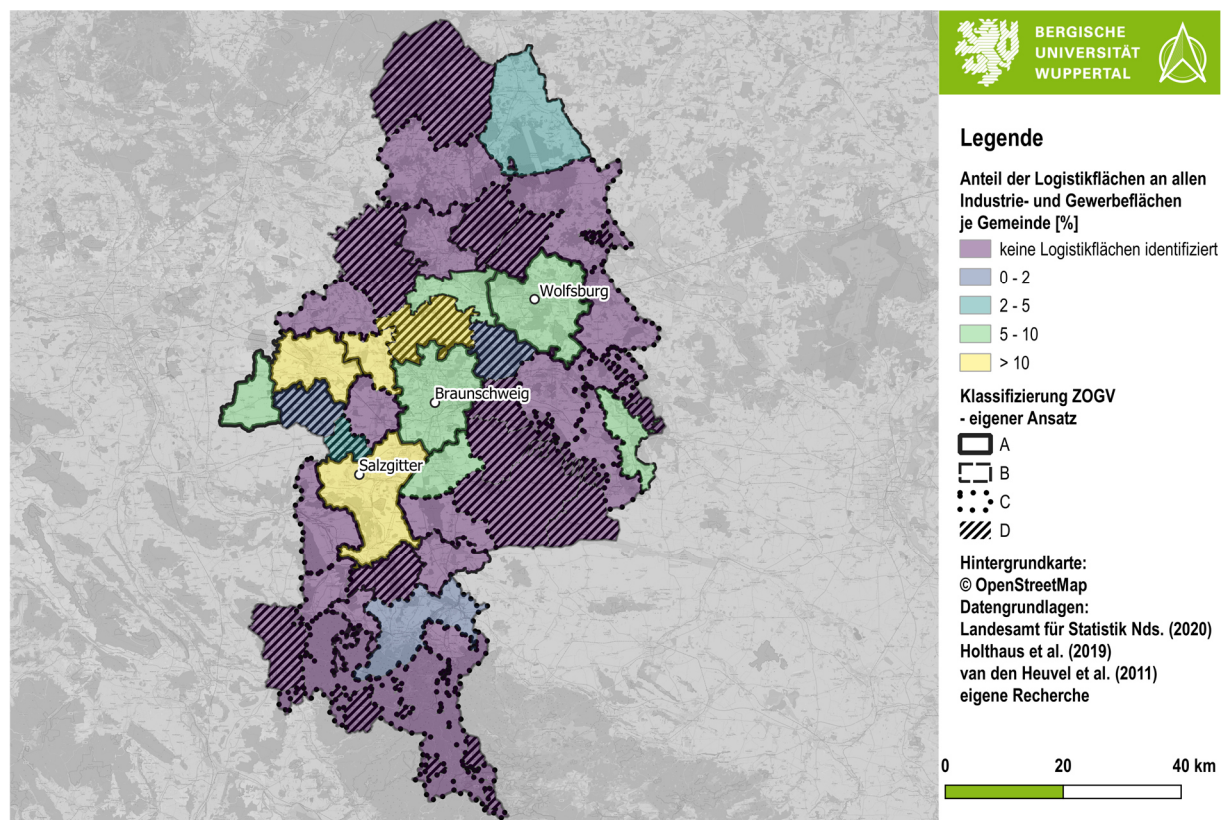


Abbildung 60: Abgleich zwischen Anteil der Logistikflächen an allen Industrie- und Gewerbeflächen mit der hier entwickelten Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs

Abgleich mit bestehenden Ansätzen

Der Abgleich mit den bestehenden Ansätzen zeigt, dass die herausgearbeiteten Überarbeitungsbedarfe adressiert werden (siehe Abbildung 61).

Im Vergleich zu Leerkamp et al. (2019) werden die Effekte der beschriebenen Unterscheidung hinsichtlich der Unterscheidung von Einzelstandorten des produzierenden Gewerbes erkennbar, sodass z. B. Gifhorn als B-Standort eingestuft ist, hingegen Wolfsburg als A-Standort. Dies erscheint auch zweckmäßig. Ebenfalls werden hier regionale Beschäftigungsschwerpunkte in Produktion und Logistik berücksichtigt. Dies hat zur Folge, dass Helmstedt nun zu einem B-Standort aufgewertet wird.

Im Vergleich zu Klemmer (2016) zeigt sich die bereits beschriebene Schwierigkeit, die durch qualitative Einschätzung der aus einem oder mehreren Einzelstandorte(n) resultierenden güterverkehrlichen Bedeutung einer Verwaltungsgemeinschaft entsteht – hier sind erheblich mehr Gemeinden als nachrangige Standorte (P2/D2p/D2o) eingestuft. Im hier entwickelten regelbasierten Ansatz führen vorhandene Einzelstandorte nicht automatisch zu einer güterverkehrlichen Bedeutung der jeweiligen Verwaltungsgemeinschaft. Dies betrifft wie beschrieben beispielsweise die Samtgemeinde Papenteich nördlich von Braunschweig, in der mehrere Logistikzentren vorhanden sind.

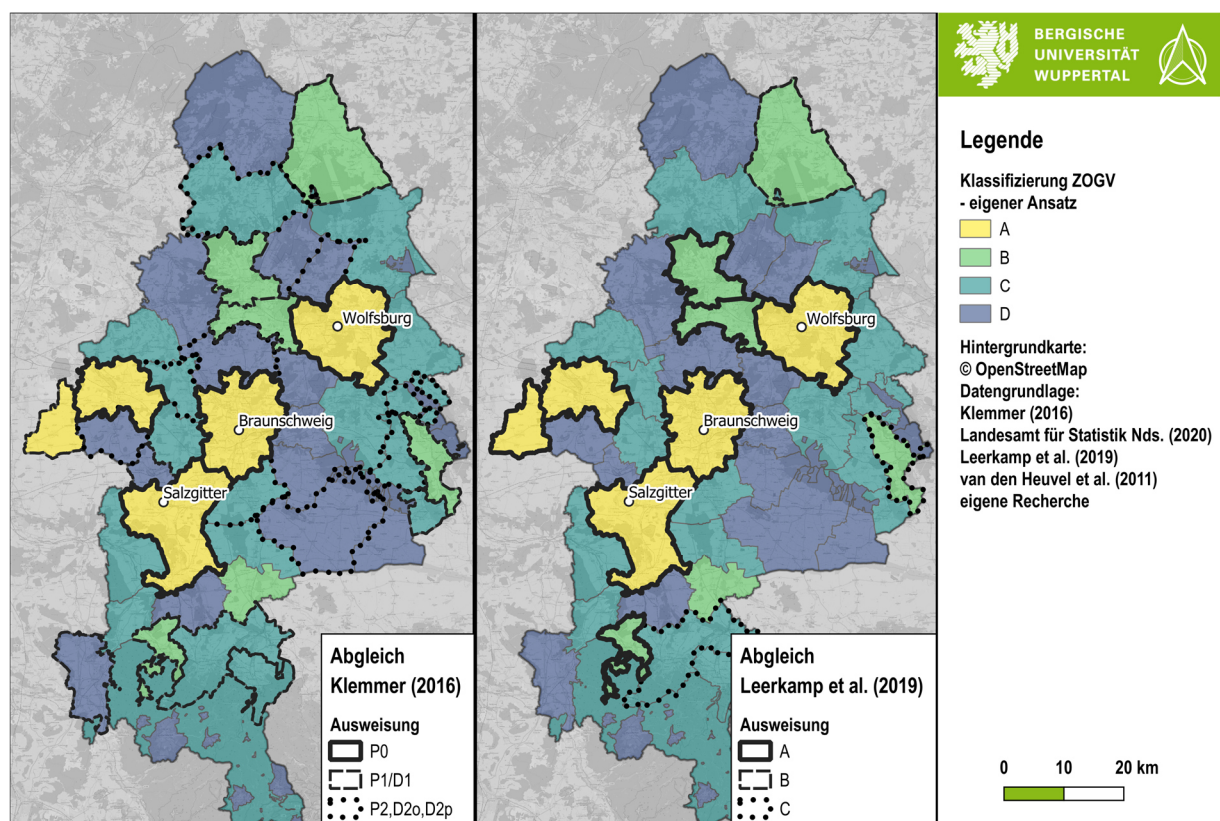


Abbildung 61: Abgleich des eigenen Ansatz mit bestehenden Ansätzen

Übertragung auf die Metropolregion Rheinland

Zusätzlich wird eine Übertragung auf die Metropolregion Rheinland vorgenommen. Hierzu wird im Wesentlichen auf dieselben Datenquellen wie für den RVB zurückgegriffen. Als zusätzliche

Datenquellen wurden regionale Beschäftigtenzahlen (IT.NRW 2021), Standorte der Abfallentsorgung (MKULNV NRW 2015)²⁷ sowie der Rohstoffgewinnung (Geobasis NRW 2020) verwendet.

Das Ergebnis und Abweichungen im Vergleich zum Vorgehen nach Leerkamp et al. (2019) zeigt Abbildung 62. Als A-Standorte sind im Wesentlichen hier alle Oberzentren eingestuft sowie die Standorte der Braunkohlekraftwerke (u. a. Bergheim). Als B-Standorte sind u. a. die Hafenstandorte am Niederrhein und Beschäftigungsschwerpunkte des produzierenden Gewerbes (u. a. Remscheid, Velbert) sowie der Logistik (u. a. Kerpen, Langenfeld) eingestuft.

Ähnlich wie oben im RVB ist bei Abgleich des Vorgehen nach Leerkamp et al. (2019) zum einen ersichtlich, dass ländlich gelegene Verwaltungsgemeinschaften mit Standorten der Rohstoffgewinnung zu C-Standorten aufgestuft werden. Ein herausragendes Beispiel ist hier Wülfrath, indem Europas größtes Kalkabbaugebiet liegt. Zum anderen werden Verwaltungsgemeinschaften mit kleinen Einzelstandorten des produzierenden Gewerbes (u. a. Chemieindustrie, z. B. Hilden) hier zu B-Standorten abgestuft. Zusätzlich fällt auf, dass Verwaltungsgemeinschaften im suburbanen Raum, die bei Leerkamp et al. (2019) aufgrund des Überschreitens der Schwellenwerte für die Logistikbeschäftigung als B- bzw. C-Standort eingestuft wurden, hier als C- (z. B. Hückelhoven) bzw. D-Standort abgestuft werden (z. B. Jüchen, Bedburg). Jüchen und Bedburg zeichnen sich ebenfalls durch einen hohen Anteil von Logistikflächen an allen Industrie- und Gewerbeflächen der jeweiligen Gemeinde aus (über 15 %, siehe auch Abbildung 63). Hier wirkt sich der Fokus auf regionsspezifische Beschäftigungsschwerpunkte aus. Darüber hinaus wirkt es neben dem Planungsvorbehalt als „Korrektiv“ für eine planerisch nicht wünschenswerte Suburbanisierung der Logistik.

Das Konzept kommt also auch in diesem Raum zu nachvollziehbaren Ergebnissen. Zwar werden im ländlichen Raum deutlich mehr Verwaltungsgemeinschaften identifiziert, dies erscheint jedoch angesichts der Standorttreue der Einrichtungen, die dort die jeweilige Einstufung auslösen (u. a. Deponien, Steinbrüche), gerechtfertigt.

Insgesamt zeigt sich, dass an vielen Stellen relevante Daten lediglich in rudimentärem Umfang vorliegen. Hierin zeigt sich erneut der Bedarf nach einer güterverkehrsspezifischen Raumbeobachtung sowie zusätzlich eines planerischen Aufgreifens von kritischer Infrastruktur in der Raumordnung.

²⁷ Nur aktive Deponien größer DK0 sowie MVAs

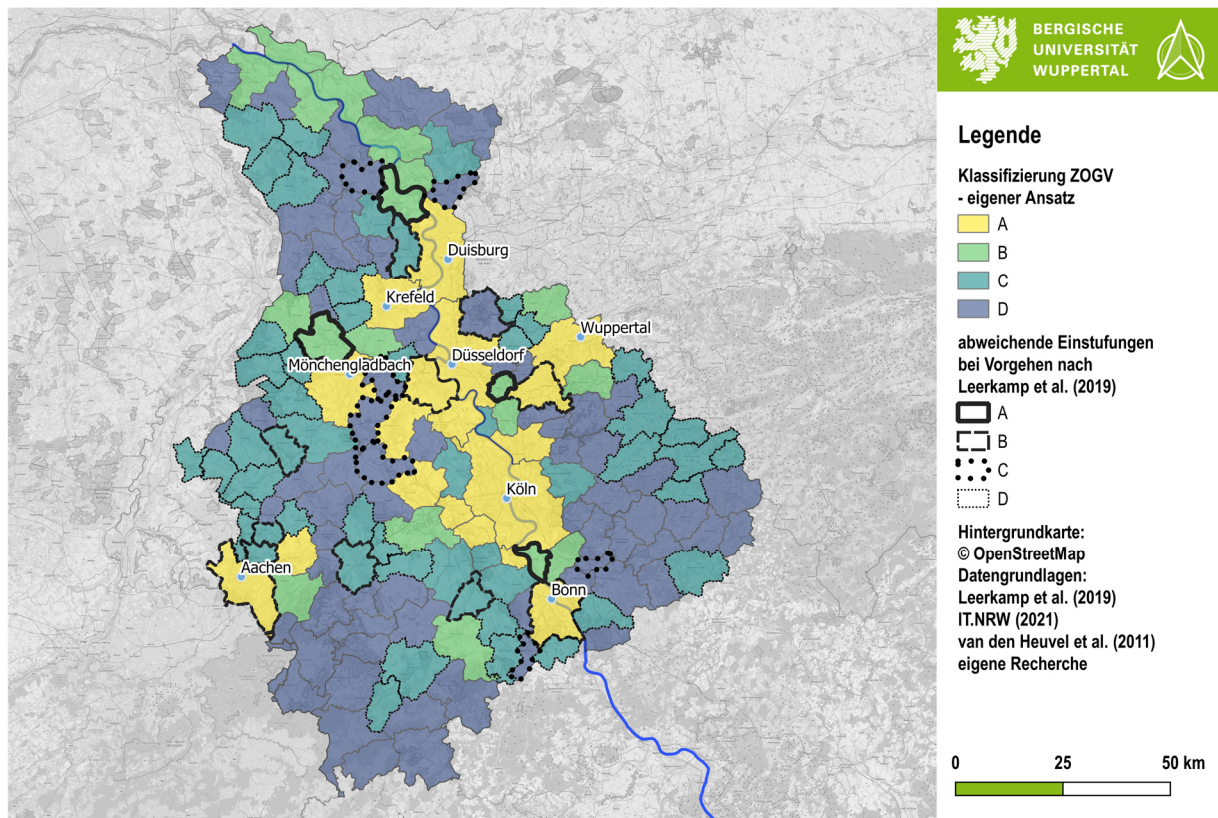


Abbildung 62: Abgleich der Klassifizierung mit dem Vorgehen nach Leerkamp et al. (2019) in der Metropolregion Rheinland

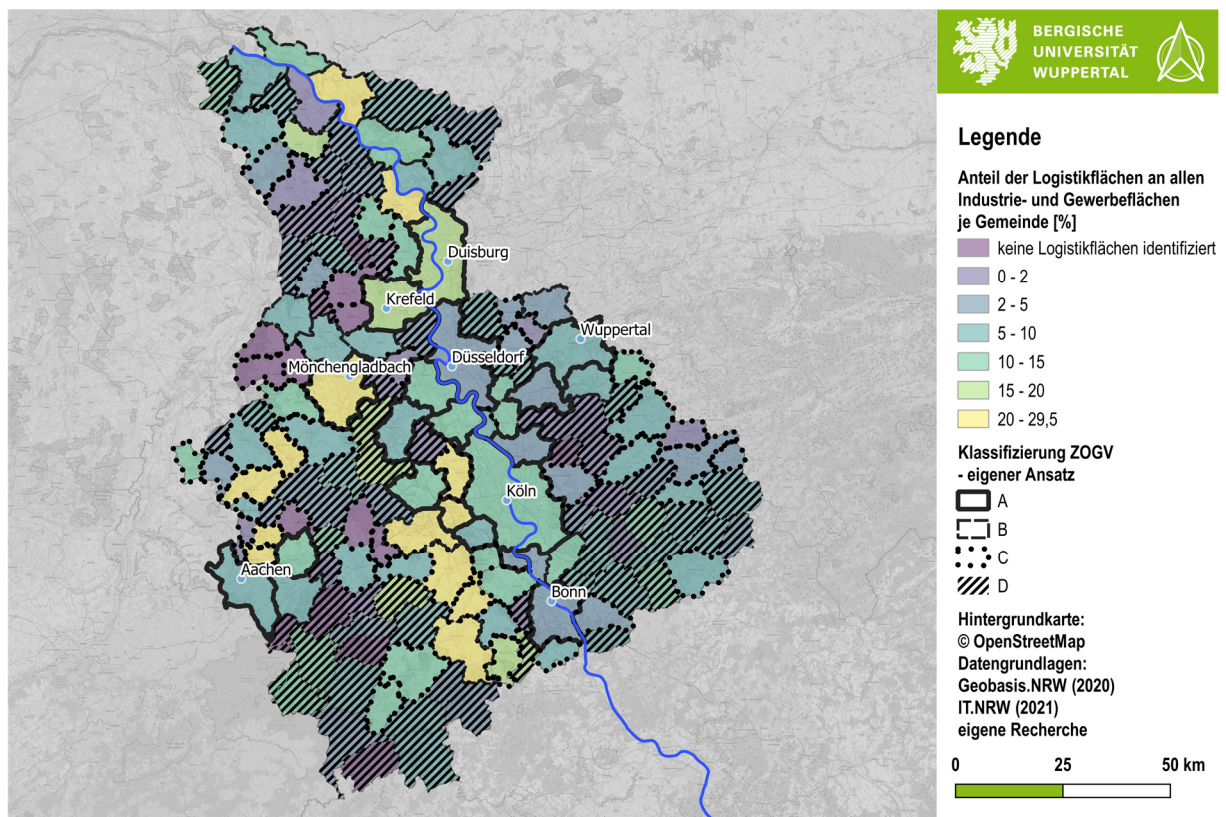


Abbildung 63: Abgleich zwischen Anteil der Logistikflächen an allen Industrie- und Gewerbeflächen mit der hier entwickelten Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs

5.4 Konzeptioneller Aufbau von Verkehrsnetzen des Güterverkehrs

Der grundsätzliche Ablauf der Klassifizierung eines funktionalen gegliederten Netzes erfolgt wie in Abbildung 64 dargestellt. Zunächst werden die Luftliniennetze zwischen den Zentralen Orten des gleichen Rangs gebildet (z. B. Mittelzentrum-Mittelzentrum). Danach werden für die Luftlinienverbindungen reale Routen im unbelasteten Netz (sog. „leeres Netz“) gesucht. Dasselbe wird danach für ein belastetes, aber nicht überlastetes Netz (sog. „belastetes Netz“) durchgeführt. Um ein möglichst effizientes und flächensparsames Verkehrsnetz zu erhalten, wird anschließend überprüft, inwieweit parallel verlaufende Teilrouten auf einem Netzabschnitt zusammengefasst werden können (Bündelung). Nach der Bündelung wird überprüft, welche Auswirkungen diese auf die Angebotsqualität hat und ob die Verkehrsbeziehungen weiterhin die zuvor definierten Ansprüche an die Angebotsqualität (gemäß RIN vorrangig die Luftliniengeschwindigkeit) einhalten. In der hier vorliegenden Arbeit wird der Fokus auf die Entwicklung von Verknüpfungsregeln zur **Bildung der Luftliniennetze** gelegt.

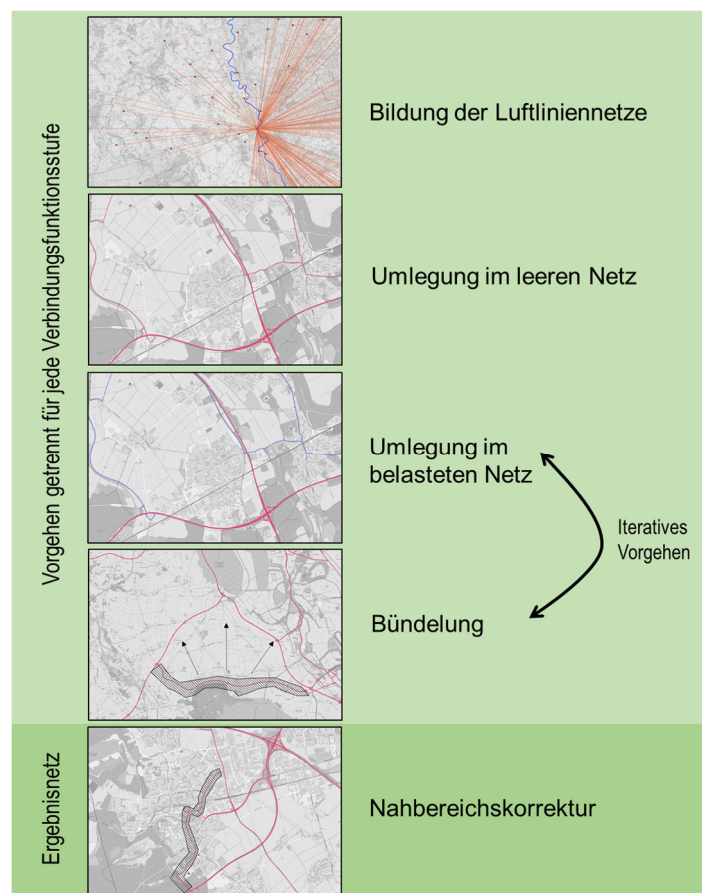


Abbildung 64: Vorgehen bei der Klassifizierung des funktional gegliederten Netzes (eigene Darstellung auf Basis von FGSV 2008)

Dabei wird unterschieden zwischen dem Austausch zwischen gleichrangigen zentralen Orten (Austauschfunktion; Bsp.: Mittelzentrum (MZ) an MZ)) sowie der Anbindung zentraler Orte an die nächsthöhere Hierarchiestufe (Versorgungsfunktion; Bsp.: MZ an Oberzentrum (OZ)). (FGSV 2008, S. 11) Aus dem Rang der miteinander verbundenen zentralen Orte ergibt sich die Verbindungsfunktionsstufe (VFS). (siehe Tabelle 25).

Tabelle 25: Verbindungsfunktionsstufen für Verbindungen (eigene Darstellung in Anlehnung an FGSV 2008, S. 12)

VFS	Bezeichnung	Versorgungsfunktion	Austauschfunktion
0	Kontinental		Metropolregion – Metropolregion
I	Großräumig	Oberzentrum – Metropolregion	Oberzentrum – Oberzentrum
II	Überregional	Mittelzentrum – Oberzentrum	Mittelzentrum – Mittelzentrum
III	Regional	Grundzentrum – Mittelzentrum	Grundzentrum – Grundzentrum
IV	Nahräumig	Gemeinde(-teil) ohne zentralörtliche Funktion – Grundzentrum	Gemeinde(-teil) ohne zentralörtliche Funktion – Gemeinde(-teil) ohne zentralörtliche Funktion
V	kleinräumig	Grundstücke – Gemeinde(-teil) ohne zentralörtliche Funktion	

Gemäß RIN ergeben sich aus der VFS einer Straßenverbindung infrastrukturelle Ausbaustandards, die im Entwurfsregelwerk (vgl. RAA 2008, RAL 2013) in Form von Entwurfsklassen dargestellt werden. Die Ableitung der Verkehrswegekategorien aus den VFS nach RIN zeigt die Tabelle 26. Diese Ableitung der Infrastrukturanforderungen berücksichtigt die Anforderungen des Personenverkehrs (FGSV 2008, S. 23)

Für den Personenverkehr definieren die RIN für die unterschiedlichen Verkehrswegekategorien angestrebte PKW-Fahrtgeschwindigkeiten (FGSV 2008, S. 23). Für den Straßengüterverkehr mit seiner geringeren zulässigen Höchstgeschwindigkeit fehlen diese bislang. Außerdem stehen zusätzlich weitere Zielgrößen als mögliche Infrastrukturanforderungen im Vordergrund, wie z. B. die Zuverlässigkeit der Lieferkette (inkl. Be- und Entladen sowie Umschlag) oder die Kosteneffizienz (Klemmer 2016, S. 132). Im Folgenden werden die Verknüpfungsregeln für den Straßengüterverkehr formuliert.

Angesichts der Tatsache, dass im Güterverkehr lediglich die Straße eine flächendeckende Grundstückerschließung der Unternehmensansiedlungen ermöglicht, wird hier lediglich die Straße fokussiert. Für die Verkehrsträger Schiene und Binnenschiff sind umfangreiche gesonderte Überlegungen unter Berücksichtigung der spezifischen Betriebskonzepte und der jeweiligen infrastrukturellen Anforderungen notwendig. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass alle nachrangigen Verbindungen durch die Netzplanung des Personenverkehrs abgedeckt werden können, sodass hier Verkehrsnetze lediglich bis VFS III (regional) ausgewiesen werden.

Tabelle 26: Ableitung der Verkehrswegekategorien aus der VFS (FGSV 2008, S. 15)

Kategoriengruppe Verbindungs- funktionsstufe		Autobahnen	Landstraßen	anbaufreie Hauptverkehrs- straßen	angebaute Hauptverkehrs- straßen	Erschließungs- straßen
		AS	LS	VS	HS	ES
kontinental	0	AS 0		–	–	–
großräumig	I	AS I	LS I		–	–
überregional	II	AS II	LS II	VS II		–
regional	III	–	LS III	VS III	HS III	
nahräumig	IV	–	LS IV	–	HS IV	ES IV
kleinräumig	V	–	LS V	–	–	ES V

AS I	vorkommend, Bezeichnung der Kategorie
	problematisch aufgrund von Konflikten aus Funktionsüberlagerungen
–	nicht vorkommend oder nicht vertretbar

5.4.1 Bildung der Luftliniennetze

Hinsichtlich der Verknüpfungsregeln für den Aufbau der Luftliniennetze unterscheidet Klemmer (2016) nach zwei unterschiedlichen Überlegungen:

- „Rundumversorgung, d.h. es werden alle notwendigen Verbindungen geschaffen, die sich aus privatwirtschaftlichen Standortentscheidungen ergeben.“
- „der Staat [Anm.: gemeint ist hier der Bund] [legt] bestimmte Standorte fest [...], zwischen denen die Infrastrukturen und Verbindungen erzeugt und aufrecht erhalten werden. Dies wäre jedoch ein massiver Eingriff in die Planungshoheit der Länder. Zudem würden bereits bestehende Unternehmensstandorte ggf. nicht berücksichtigt werden (können) und es würde zu einer Ungleichbehandlung einzelner Unternehmen kommen.“

Daraus wird geschlossen, dass „bestehende Standorte in eine sinnvolle und nachhaltig aufzubauende Netzplanung mit einzubeziehen [sind] und gleichzeitig auch ein Instrument zu schaffen [ist], mithilfe dessen eine grundlegende Steuerung von Unternehmensansiedlungen vollzogen werden kann. Diese Idee ist zu realisieren, in dem systemrelevante Standorte identifiziert und gezielt gefördert werden, während Neuansiedlungen in nicht förderungswürdigen Räumen möglichst unterbunden werden. Langfristig wird so erreicht, dass die Netzgestaltung auf den Hauptstandorten aufbaut und neue Standorte sich an diesem so geschaffenen Grundnetz orientieren.“ (Klemmer 2016, S. 70) Die Bewertung von Standorten unter Berücksichtigung der Trennung empirischer und normativer Aspekte wird von Klemmer (2016), anders als im hier entwickelten Ansatz, also erst bei der Netzbildung vorgenommen.

5.4.2 Verknüpfungsregeln

Klemmer (2016) verwendet spezifische Verknüpfungsregeln, die nach Art der Einrichtungen, die die Einstufung des jeweiligen Zentralen Ortes begründen, unterscheiden. Beispielsweise werden nationale bedeutsame Produktionslogistikstandorte (P0) lediglich an alle Import-Logistikstandorte (IL0) angebunden, jedoch nicht untereinander. Solche spezifischen Verknüpfungsregeln unterliegen jedoch folgenden Herausforderungen:

- die Abbildung von standortspezifischen und i. d. R. privatwirtschaftlichen Güterverflechtungen ist nicht möglich, unterliegt Schwankungen und ist ebenfalls planerisch nicht wünschenswert,
- eine Bewertung von einzelnen Güterverflechtungen im Hinblick auf die Bedeutung für die Funktionsfähigkeit aller hochrangigen Standorte ist auf der hier betrachteten Raumaggregatsebene ebenfalls nicht möglich.

Für den Personenverkehr schlagen die RIN vor, „Dreiecksnetze aufzubauen [...] In diesen Dreiecksnetzen können für jeden zentralen Ort die nächsten und übernächsten Nachbarn [...] bestimmt werden.“ (FGSV 2008, S. 34) Daher wird im Aufbau der Netze ein regionaler Fokus gewählt, der vor dem Hintergrund von Pendlerverflechtungen im Personenverkehr nachvollziehbar ist. U. a. vor dem Hintergrund globaler Lieferketten ist dies für den Güterverkehr jedoch kein gangbarer Ansatz.

Daher wird der Ansatz verfolgt, jeweils alle gleichrangigen ausgewiesenen Zentralen Orte der Güterverkehrs miteinander zu verbinden und Anbindungen grundsätzlich immer an alle höheren Zentralen Orte umzusetzen.

Erfahrungen aus der Anwendung dieser Verknüpfungsregel im Regionalverband Großraum Braunschweig (Leerkamp et al. 2023) sowie der Metropolregion Rheinland (Leerkamp et al. 2022; Thiemermann und Holthaus 2023) zeigen, dass ihre Anwendung *nicht* zu einer umfangreichen Vergrößerung des im Rahmen der späteren Bündelung zu betrachtendem Netzes führt.

5.4.3 Verbindungsfunktionsstufen

Die Verbindungsfunktionsstufen ergeben sich dementsprechend aus der Einstufung der verbindenden Zentralen Orte des Güterverkehrs. Die Verbindungsfunktionsstufen 0 und I werden hier zusammengefasst, da sie auch in den abgeleiteten Verkehrswegekategorien der Straße in den RIN zusammengefasst werden und diese Zusammenfassung konsistenter mit der obigen Klassifizierung der Zentralen Orte der Güterverkehrs ist.

Entsprechend stellt die Verbindungsfunktionsstufe 0/I Verbindungen mit mindestens nationaler Bedeutung dar. Die Verbindungsfunktionsstufe II stellt Verbindungen mit mindestens überregionaler Bedeutung dar. Die Verbindungsfunktionsstufe III stellt Verbindungen mit mindestens regionaler Bedeutung dar.

5.4.4 Gebietsauswahl

Die Gebiete, für die im Rahmen der Untersuchung Zentrale Orte des Güterverkehrs berücksichtigt werden, sollten mit absteigender Einstufung in Anlehnung an die RIN regional kleinräumiger werden.

Für die A-Standorte wird dabei empfohlen, alle Standorte im gesamten Bundesgebiet zugrunde zu legen. Dies geschieht in Anlehnung an die RIN, bei der für die Metropolregionen ebenfalls empfohlen wird, diese auf Bundesebene zu berücksichtigen. Für die B-Standorte wird empfohlen, eine erweitertes Untersuchungsgebiet zu verwenden, das die jeweils an den Untersuchungsraum angrenzenden

übernächsten Gebiete auf NUTS2-Ebene²⁸ enthält. Für die C-Standorte wird empfohlen, diejenigen zu berücksichtigen, die sich im eigentlichen Untersuchungsraum befinden.

Liegt der Untersuchungsraum angrenzend an Nachbarländer, wie es bei der Metropolregion Rheinland mit den Niederlanden und Belgien der Fall ist, sollten die unmittelbar angrenzenden Gemeinden sowie die hochrangigen Standorte in diesen Ländern möglichst mitbetrachtet werden.

Abbildung 65 zeigt die vorgeschlagenen Regeln für die jeweils zu betrachteten Räume am Beispiel der Metropolregion Rheinland zusammenfassend.

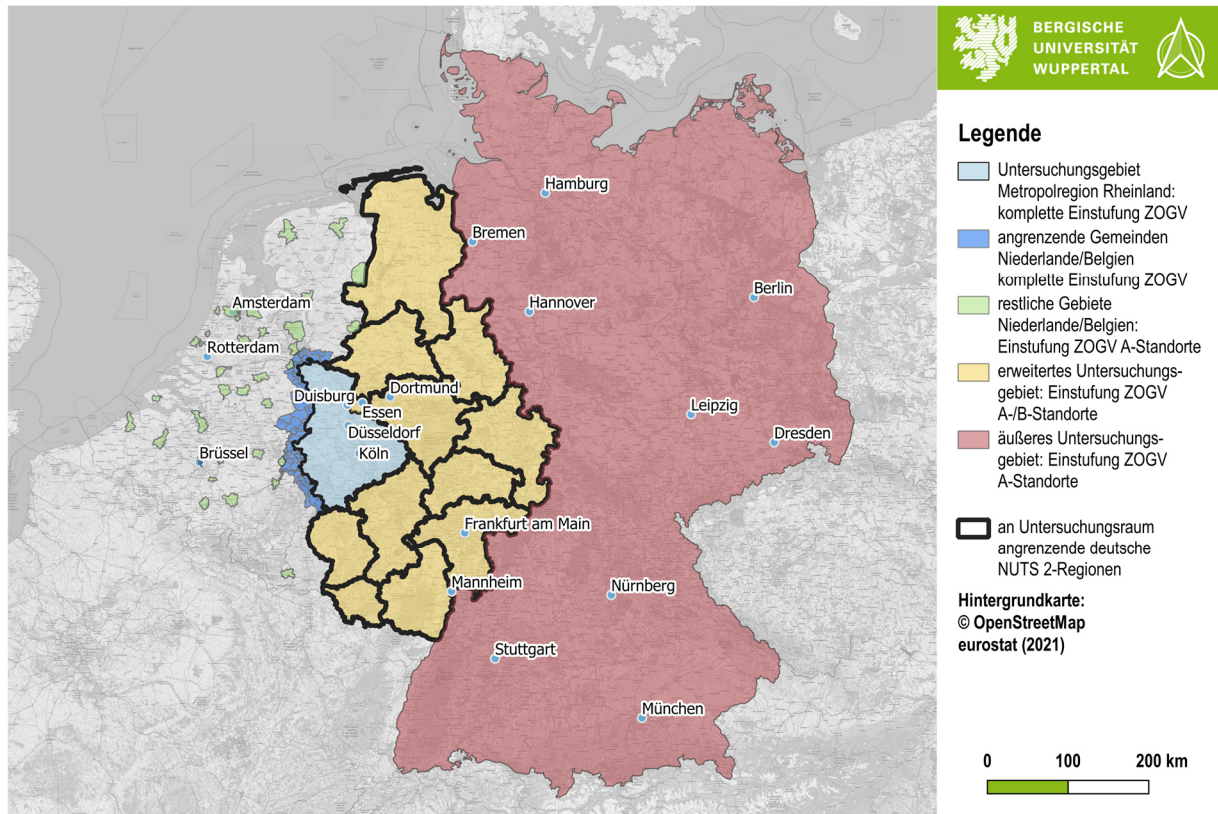


Abbildung 65: Vorgehen der Einstufung der zentralen Orte des Güterverkehrs unterschieden nach Räumen

Tabelle 27 stellt zusammenfassend die oben formulierten Verknüpfungsregeln im Zusammenhang mit der Gebietsauswahl dar.

²⁸ Gebietseinteilung auf EU-Ebene, die in NRW den Regierungsbezirken entspricht

Tabelle 27: Verknüpfungsregeln für die Bildung der Luftliniennetze

VFS	Grundsätzliche Verknüpfungsregel – Straße		Untersuchungsraum
	Austauschfunktion	Versorgungsfunktion	
0/I – (inter-)national	Verbindung aller bundesweiten ZO _{GV} mit A-Einstufung		Bundesweit, in grenznahen Regionen ggf. angrenzende Gebiete
II – überregional	Verbindung aller ZO _{GV} mit B-Einstufung	Anbindung aller ZO _{GV} mit B-Einstufung an solche mit A-Einstufung	Untersuchungsgebiet + übernächste NUTS2-Region
III – regional	Verbindung aller ZO _{GV} mit C-Einstufung	Anbindung aller ZO _{GV} mit C-Einstufung an solche mit A-/B-Einstufung	Untersuchungsgebiet, Anbindung auch an außerhalb gelegene A- und B-Standorte

6 Qualifizierung potenzieller Logistikflächen

Wie bereits zuvor herausgearbeitet, ist eine der wesentlichen Maßnahmen eines Güterverkehrs- und Logistikflächenkonzepts die Ermittlung geeigneter Potenzialflächen für Logistiktutzung. Dies wird auch von der MKRO (2022) als eine Maßnahme für einen raumverträglicheren Onlinehandel vorgeschlagen. Im Folgenden soll am Beispiel des Regionalverbands Großraum Braunschweig dargestellt werden, wie in den Regionalplänen vorliegende Flächenpotenziale im Hinblick auf die Anforderungen einer raumverträglichen Logistik qualifiziert werden können. Hierbei werden vorwiegend öffentlich zugängliche Geodaten verwendet.

Das Ziel der Qualifizierung von Logistikflächen ist dabei,

- die für die Umsetzung einer umweltverträglichen Logistik wertvollen Standorte (z. B. mit Gleisanschluss) herauszuarbeiten,
- aufzuzeigen, welche Flächen konfliktfreie und verkehrssparsame Logistikansiedlungen ermöglichen.

Somit wird eine Vorauswahl an aus Sicht der Verkehrs- und Raumplanung potenziell für Logistik geeigneten Flächen getroffen, die dann durch die ansiedlungswilligen Unternehmen im Hinblick auf eigene betriebswirtschaftliche Erwägungen bewertet werden kann. Dementsprechend werden für die Qualifizierung der jeweiligen Potenzialflächen ausschließlich Standortfaktoren berücksichtigt, die seitens der öffentlichen Hand beeinflussbar sind. Die Auswahl der Standortfaktoren und ihre jeweilige Bewertung erfolgt hierbei unter Beachtung folgender Vorarbeiten/Aspekte:

- Anforderungen für die einzelnen Logistikimmobilienstandorttypen in Veres-Homm und Weber (2019), in Kapitel 2.4 ausführlich beschrieben
- Ergebnisse von Expert*inneninterviews mit regionalen verkehrserzeugenden Unternehmen in der Metropolregion Rheinland (siehe Kapitel 2.3.3.) sowie im Regionalverband Braunschweig (Details siehe Leerkamp et al. 2023)
- den in Kapitel 3.4 untersuchten Logistikflächenkonzepten
- die in Kapitel 3.2.2 beschriebenen Standortkriterien aus Sicht der Raumordnung nach Vallée (2012)

6.1 Ermittlung betrachteter Flächen

Als Grundgesamtheit für die Untersuchung werden zum einen unbelegte sowie unterbebaute Flächen mit einer Fläche von größer als 2 ha verwendet, die im derzeit gültigen Regionalen Raumordnungsprogramm (RROP) des Regionalverbands Großraum Braunschweig als Vorranggebiete für industrielle Anlagen ausgewiesen sind sowie zusätzlich diejenigen Flächen, die im Konzept regionalbedeutsamer Gewerbestandorte (KOREG; Georg et al. 2020) als Potenzialflächen vorgeschlagen wurden. Diese Flächenkulisse bildet die Grundlage für die Prüfung als regionalplanerische Festlegung in der für 2024 geplanten RROP-Neuaufstellung des Regionalverbands. Insgesamt werden somit 110 Flächen betrachtet.

Grundsätzlich wäre es wünschenswert, wenn im Zuge einer dauerhaften Raumbesichtigung das gesamte verfügbare Gewerbeflächenpotenzial den regionalen Planungsbehörden bekannt ist, sodass dies als Grundlage für derartige Untersuchungen dienen kann.

6.2 Betrachtete Standortfaktoren

Wie bereits in Kapitel 2.3.3. umgesetzt, wird auch hier die Einteilung der Standortfaktoren nach Onstein et al. (2020) verwendet, mit der sich die folgenden Gruppen von Standortfaktoren für Logistikimmobilien²⁹ abgrenzen lassen, die im Zusammenhang mit der Raumstruktur stehen bzw. von der öffentlichen Hand beeinflussbar sind:

- institutionenbezogene Standortfaktoren (z. B. Flächenausweisung)
- anbindungsbezogene Standortfaktoren (z. B. Entfernung zur Autobahn)
- ressourcenbezogene Standortfaktoren (z. B. Arbeitskräfteverfügbarkeit)
- ortsbezogene Standortfaktoren (z. B. Entfernung zu Kund*innen)

Die Logistikimmobilientypen haben wie beschrieben unterschiedliche Merkmale (siehe Kapitel 2.4) hinsichtlich Verkehrserzeugung, Beschäftigungswirkung sowie ortsbezogener (z. B. Entfernung zum nächsten Produktionsstandort) und anbindungsbezogenener Standortfaktoren (z. B. Nähe zum KV-Terminal). Aus Expert*innenbefragungen von Logistik- und verkehrserzeugenden Unternehmen (siehe Kapitel 2.3.3 für die Metropolregion Rheinland und für den Regionalverband Großraum Braunschweig Leerkamp et al. 2023) ist darüber hinaus erkennbar, dass branchenübergreifend, also auch standorttypübergreifend, die folgenden Standortfaktoren als bedeutsam bewertet werden:

- anbindungsbezogene Standortfaktoren
 - Autobahnanbindung
 - Breitbandversorgung
- ressourcenbezogene Standortfaktoren
 - konfliktfreies Umfeld/Zufahrten
 - Arbeitskräfteverfügbarkeit
- institutionenbezogene Standortfaktoren
 - Möglichkeit zum 24 h-Betrieb

Ein weiterer Standortfaktor, der im Zuge der Befragungen genannt wurde, jedoch nicht operationalisierbar ist, ist die *Unternehmensfreundlichkeit der Verwaltung*. Ebenfalls nicht weiter betrachtet wird der Standortfaktor *Breitbandversorgung*. Gemäß § 146 Abs. 2 Telekommunikationsgesetz sind Neubaugebiete verpflichtend mit „Netzinfrastrukturen für ein Netz mit sehr hoher Kapazität“ auszustatten.

Im Folgenden werden die für die einzelnen Gruppen verwendeten Standortfaktoren und deren Operationalisierung für eine Messbarkeit im Zuge der späteren Flächenbewertung dargestellt. Alle hierbei dargestellten Berechnungen von Fahrdistanzen und -zeiten erfolgten dabei in Leerkamp et al. (2023) unter Nutzung von Holthaus (o. J.).

²⁹ Onstein et al. 2020 konzentriert sich auf Distributionszentren, die Standortfaktoren lassen sich jedoch auch allgemein auf Logistikimmobilien übertragen.

6.2.1 Ortsbezogene Standortfaktoren

Ortsbezogene Standortfaktoren bezeichnen diejenigen Standortfaktoren, die sich durch räumliche Nähe zur jeweiligen Logistikimmobilie auszeichnen. Hierunter fallen, wie bereits in Kapitel 4.2.3 dargestellt, die Erreichbarkeit von Absatzgebieten und zu Produktionsstandorten.

Um die **Erreichbarkeit von Absatzgebieten** vereinfacht abbilden zu können, wurde jeweils die Fahrdistanz und Fahrzeit zum nächsten Mittelzentrum/Oberzentrum berechnet. Die **Nähe zu Produktionsstandorten**, die speziell für Standorte der industriellen Logistik von großer Bedeutung ist (Veres-Homm und Weber 2019, S. 51), wurde zum einen darüber berechnet, dass die Fahrdistanz und Fahrzeit zum nächstgelegenen Gewerbestandort des produzierenden Gewerbes berechnet wurde. Diese wurden der in Leerkamp et al. (2023) aufgebauten Gewerbestandortdatenbank entnommen. Um auch kleinteilige, mittelständische Produktionsstandorte mitberücksichtigen zu können, wurde zum anderen zusätzlich die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im produzierenden Gewerbe auf Ebene der Verwaltungsgemeinschaften berücksichtigt.

6.2.2 Anbindungsbezogene Standortfaktoren

Anbindungsbezogene Standortfaktoren umfassen die Anbindung von Logistikimmobilien an die Verkehrsinfrastruktur. Hierbei wird die Anbindung an alle relevanten Verkehrsträger betrachtet:

- Anbindung an das höherrangige Straßennetz
- Entfernung zum nächsten KV-Terminal
- Entfernung zum nächsten Hafen
- Entfernung zum nächsten Bahnanschluss

Frachtflughäfen sind im Untersuchungsraum keine vorhanden, und auch der Flughafen Hannover-Langenhagen ist vom Untersuchungsraum bestenfalls 40 km entfernt, sodass hier auf eine weitere Betrachtung der Frachtflughäfen verzichtet wird.

Die **Anbindung an das höherrangige Straßennetz** bzw. an die Autobahn ist wie bereits herausgearbeitet der wesentliche Standortfaktor bei der Ansiedlung von Logistikimmobilien. Zum höherrangigem Netz wurden Autobahnen sowie gut ausgebaute Bundesstraßen bzw. Landstraßen (erlaubte Höchstgeschwindigkeit min. 70 km/h) gezählt. Aufgrund der Tatsache, dass Logistikstandorttypen vielfach disperse Verflechtungen haben, wurde dazu für jede Himmelsrichtung getrennt der Weg zur nächsten Anbindung ans höherrangige Netz gesucht. Unter Berücksichtigung übergeordneter Verkehrsverflechtungen wurden daher folgende Fernziele gewählt:

- Hamburg als Ziel im Norden
- Dortmund als Ziel im Westen
- Frankfurt am Main als Ziel im Süden
- Berlin als Ziel im Osten

Abbildung 66 zeigt beispielhaft an einer Fläche, wie das geroutete Ergebnis bei der Routensuche in Richtung Frankfurt am Main aussieht.

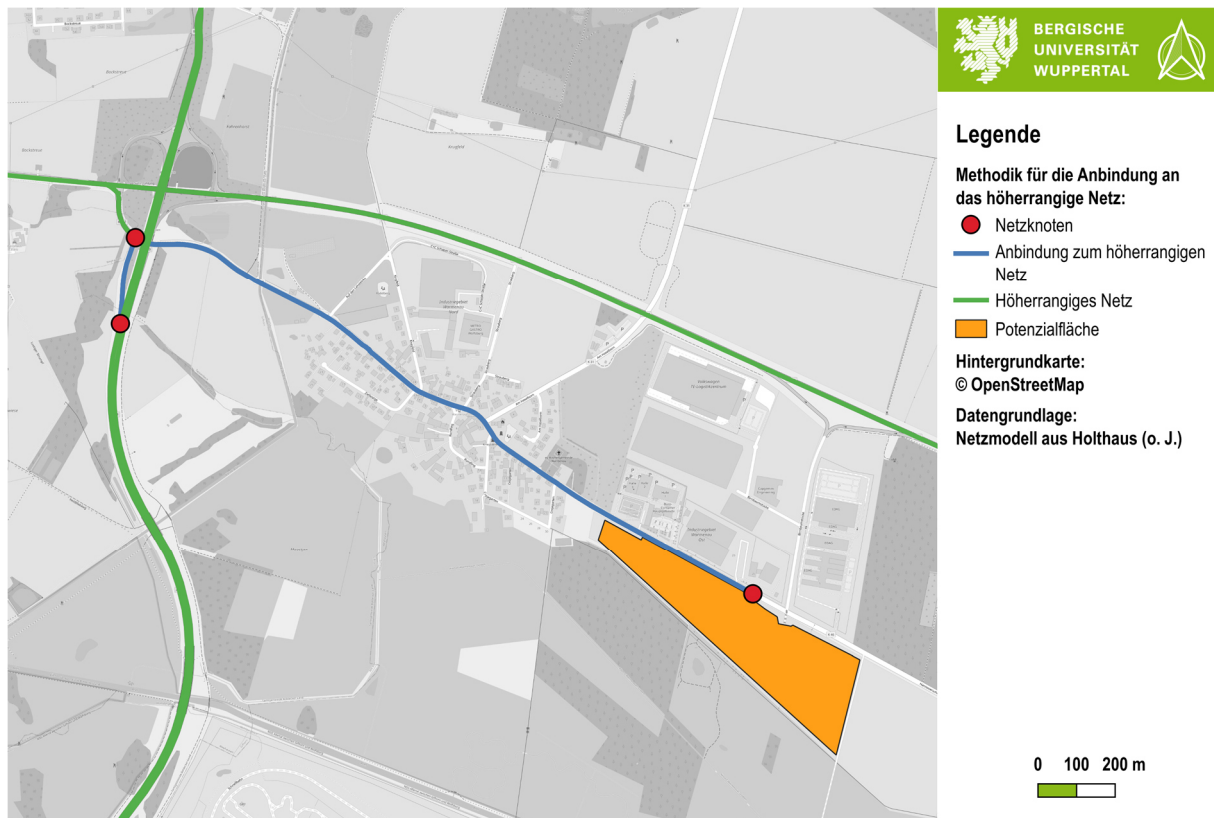


Abbildung 66: Beispiel für die Anbindung einer Logistikpotenzialfläche an das höherrangige Netz (Leerkamp et al. 2023)

Die **Nähe zu Anlagen des kombinierten Verkehrs** ist zusätzlich ein relevanter Standortfaktor für Logistikimmobilien (Veres-Homm und Weber 2019), da diese Zugänge zu überregionalen Verkehrsverbindungen darstellen. Für jede Potenzialfläche wurde daher die Fahrstrecke/-zeit zum jeweils nächstgelegenen KV-Terminal ermittelt. Die Standorte wurden der in Leerkamp et al. (2023) erstellten Datenbank entnommen.

Auch die **Nähe zu Binnenhäfen** ist ein potenzieller Standortfaktor für Logistikimmobilien, da sie wie KV-Terminals Zugänge zu überregionalen Verkehrsverbindungen darstellen. Die Standorte wurden ebenfalls der in Leerkamp et al. (2023) erstellten Datenbank entnommen.

Für einzelne Logistikimmobilientypen ist darüber hinaus ein **Gleisanschluss** ein relevanter Standortfaktor. Daher wurde ebenfalls die Fahrdistanz und Fahrzeit zum jeweils nächsten öffentlich zugänglichen Gleisanschluss, der den Zugang zum Verkehrsträger Schiene ermöglicht, ermittelt. Hierzu wurde in Leerkamp et al. (2023) zuvor eine Datenbank mit Gleisanschlüssen aufgebaut.

6.2.3 Ressourcenbezogene Standortfaktoren

Diese Gruppe umfasst alle Ressourcen, die für den Betrieb einer Logistikimmobilie benötigt werden. Wie in Kapitel 4.2.3 bereits dargestellt, fällt hierunter die Arbeitskräfteverfügbarkeit sowie die Flächenverfügbarkeit im Hinblick auf Grundstückspreise und Nutzbarkeit als Logistikfläche (u. a. konfliktfreies Umfeld). Da das Ziel der Flächenbewertung ist, eine planerisch begründete Vorauswahl an Flächen zu treffen, werden hier auf die betriebswirtschaftliche Nutzbarkeit einer Fläche abzielende Standortfaktoren wie Grundstückspreise und -topographie nicht berücksichtigt. Stattdessen wird der Fokus auf die **Arbeitskräfteverfügbarkeit** als einer der wesentlichen ressourcenbezogenen Standortfaktoren für Logistikimmobilien (dazu z. B. Veres-Homm und Weber 2019) sowie auf die

Umfeldverträglichkeit und die **Verträglichkeit der Anbindungsstrecken mit deren Umfeldnutzungen** gelegt, auf deren Wichtigkeit u. a. von Vallée (2012) hingewiesen wird. Die **Umfeldverträglichkeit** ist ebenfalls Voraussetzung für die Ermöglichung eines 24 h-Betriebs, der meist über die Ausweisung der jeweilige Fläche als Industriegebiet umgesetzt wird (Vallée 2012) und auch von den Unternehmen als wichtiger Standortfaktor eingeschätzt wird (siehe auch Kapitel 4.2.3).

Als Anhaltspunkt für die Operationalisierung der **Umfeldverträglichkeit** diene hierbei der Abstandserlass NRW, der einzuhaltende Abstände u. a. zu Wohnbebauung für unterschiedliche Nutzungen festlegt. Dieser soll „dazu beitragen, dass der Immissionsschutz bereits im Abwägungsprozess der Bauleitplanung ausreichende Berücksichtigung findet“ (MULNV NRW 2007, S. 5). Er ist ein auch von der Rechtsprechung in anderen Bundesländern anerkanntes Planungsinstrument (MULNV NRW 2007, S. 7–8). Potenziellen Konflikten kann auf Ebene des Bebauungsplans z. B. mit Immissionsschutzmaßnahmen Abhilfe geleistet werden. Bei den folgenden Betrachtungen wurde die Abstandsklasse V (Anlage 1 Abstandserlass NRW) zugrunde gelegt, da diese auch für Logistikansiedlungen gilt.³⁰ Auch im in Kapitel 3.5.3 vorgestellten US-amerikanischen Planungsleitfaden *‘Planning Freight-Efficient Land Uses: Methodology, Strategies, and Tools‘* werden Pufferzonen um Logistikflächen als Maßnahme für eine verbesserte Umfeldverträglichkeit vorgeschlagen (Holguín-Veras 2022). Für die Ermittlung potenzieller Konfliktbereiche wurden alle Flächen in ein 10x10m Raster unterteilt (Leerkamp et al. 2023).

Die Untersuchung erfolgte für schützenswerte Einrichtungen, wie Kindertagesstätten sowie für Wohnbau- und Mischnutzungsflächen. Hinsichtlich der schützenswerten Einrichtungen wurde überprüft, ob sich im unmittelbaren Umfeld (300 m Radius) schützenswerte Einrichtungen, wie z. B. Kindertagesstätten oder Schulen befinden. Dazu wurde ein Puffer von 300 m um die Fläche gelegt. Die schützenswerten Nutzungen wurden aus ALKIS³¹ (LGLN 2020) abgeleitet. Abbildung 67 zeigt das Ergebnis für eine Beispielfläche. Hier ist erkennbar, dass schützenswerte Einrichtungen im Umfeld der Fläche liegen (Leerkamp et al. 2023). Selbiges Vorgehen wurde ebenfalls für Wohnbauflächen (300 m geforderter Abstand) sowie Mischnutzungen (z. B. Wohnen mit Gewerbe; 100 m geforderter Abstand) durchgeführt.

³⁰ Bezeichnet im Abstandserlass NRW als “Speditionen aller Art sowie Betriebe zum Umschlag größerer Gütermengen“

³¹ Gewählte Filterung: Nutzart = Fläche besonderer funktionaler Prägung; Bezeichnung = Soziales, Bildung und Forschung

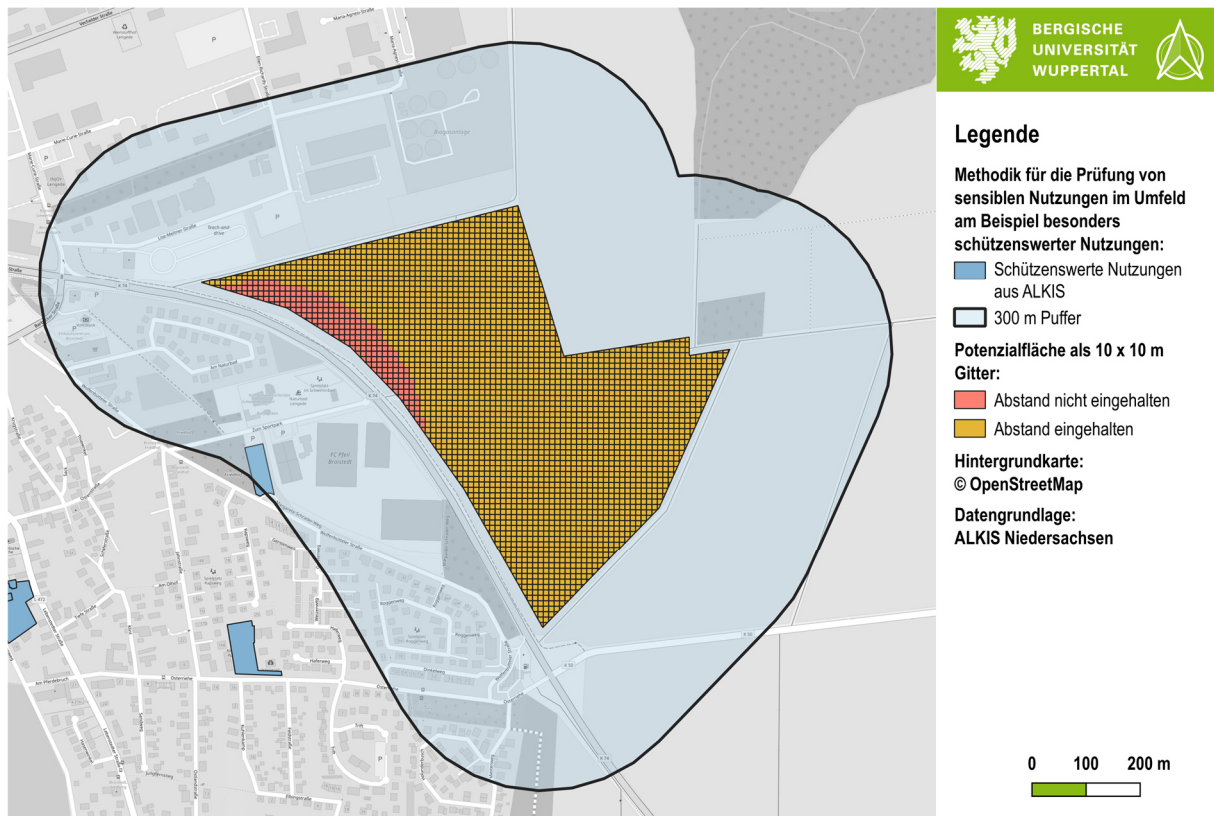


Abbildung 67: schützenswerte Nutzungen im Umfeld der Beispielfläche (Leerkamp et al. 2023)

Die **Verträglichkeit der Anbindungsstrecken mit deren Umfeldnutzungen** wurde dahingehend operationalisiert, dass um alle jeweils gesuchten Anbindungsstrecken der Potenzialfläche an das höherrangige Straßennetz ein Puffer von 30 m gelegt wurde, und geprüft wurde, ob sich innerhalb des Puffers schützenswerte Nutzungen bzw. Wohnbauflächen befinden (Leerkamp et al. 2023). Abbildung 68 zeigt das Vorgehen beispielhaft.

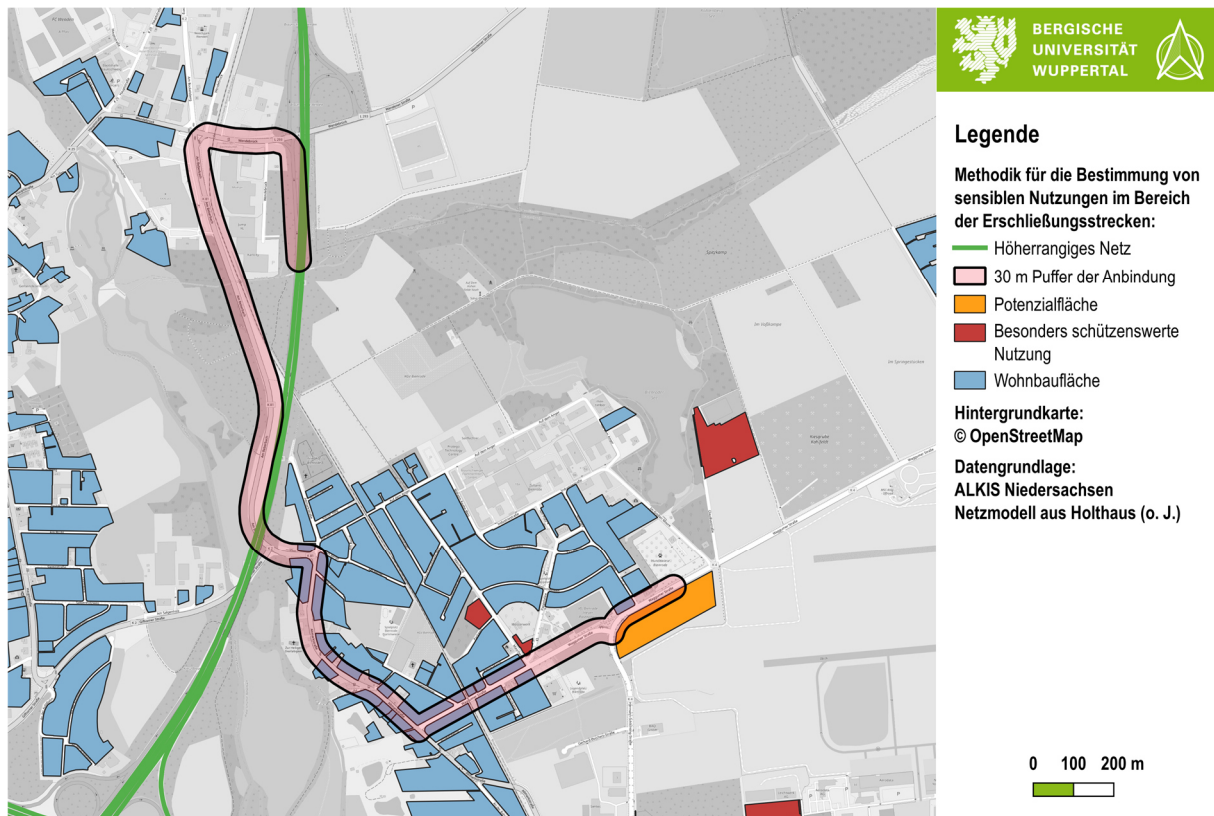


Abbildung 68: Ermittlung schützenswerter Nutzung/Wohnbauflächen im Bereich der Anbindungsstrecken (Leerkamp et al. 2023)

Zusätzlich wird wie beschrieben die **Arbeitskräfteverfügbarkeit** untersucht. Hierbei wird neben dem vorhandenen Arbeitskräftepotenzial zusätzlich auch die Erreichbarkeit der jeweiligen Potenzialflächen mitberücksichtigt, um auch die Mobilität von Arbeitnehmenden bereits in der Flächenauswahl mitberücksichtigen zu können, wie es ebenfalls von Vallée (2012) vorgeschlagen wird. Dementsprechend werden hierzu folgende Standortfaktoren betrachtet:

- Arbeitslosenquote (in Abhängigkeit der Berufsausbildung)
- ÖPNV-Erreichbarkeit
- MIV-Erreichbarkeit
- Fahrraderreichbarkeit

Die Arbeitskräfteverfügbarkeit ist ein wesentlicher Standortfaktor für Logistikimmobilien, und die Logistikwirtschaft ist – wie vielen anderen Branchen auch – vom Arbeitskräftemangel betroffen (Kille und Nehm 2017). Für einen großen Teil der Tätigkeiten in der Logistikbranche wird keine Berufsausbildung benötigt (Veres-Homm und Weber 2019, S. 56). Als Merkmal für die Arbeitskräfteverfügbarkeit wurde daher die **Arbeitslosenquote bei Menschen ohne Berufsausbildung** auf Kreisebene zu Rate gezogen.

Zur Ermittlung des **Arbeitskräftepotentials**, das die jeweilige Potenzialfläche mit dem ÖPNV in angemessener Zeit erreichen kann, wurde auf ein in Schlott und Holthaus (2022) entwickeltes Reisezeitmodell zurückgegriffen, welches mittels digitaler Angebotsdaten des ÖV (GTFS (General Transit Feed Specification) - Fahrplandaten) und einer feinen räumlichen Auflösung (Gitterzellenebene) tatsächliche Reisezeiten des ÖV ermittelt. Für jede Potenzialfläche wurde die

maximale erreichbare Bevölkerung für eine Reisezeit von 60 Minuten zwischen 05 und 08 Uhr an einem Werktag berechnet (Leerkamp et al. 2023).

Die **Arbeitskräfteverfügbarkeit** hängt auch von der **Erreichbarkeit mit dem motorisierten Individualverkehr** ab. Die weiterhin große Bedeutung des PKWs zeigt sich u. a. darin, dass Pendelwege zu 28 % des gesamten PKW-Fahrtenaufkommens in Deutschland beitragen (Nobis und Kuhnimhof 2018), der Anteil an der Fahrleistung liegt aufgrund der langen durchschnittlichen Weglängen darüber (ebd.). Zur Ermittlung der erreichbaren Bevölkerung wurde für jede Fläche ermittelt, von welchen Zensuszellen aus sie in 60 Minuten Fahrzeit erreicht werden und so ermittelt, wie groß das resultierende Arbeitskräftepotenzial ist.

Neben dem ÖPNV ist das Fahrrad eine nachhaltige Mobilitätsoption, die mit 13 % an allen Arbeitswegen einen nennenswerten Anteil hat (Nobis und Kuhnimhof 2018, S. 96). Für jede betrachtete Potenzialfläche wurde daher zusätzlich die **Fahrraderreichbarkeit** ermittelt. Dabei wurde in Leerkamp et al. (2023) unter Nutzung eines mithilfe von Pereira et al. (2021) aufgebauten Modells für jede Fläche ermittelt, wie hoch die Bevölkerungszahl ist, die die jeweilige Fläche in 10 km Fahrstrecke erreichen kann. Hintergrund der Wahl von 10 km Fahrstrecke ist, dass nach BMVI (2019) 84 % der Arbeitswege, die ausschließlich mit dem Fahrrad zurückgelegt werden, kürzer als 10 km sind.

6.2.4 Institutionenbezogene Standortfaktoren

Institutionenbezogene Standortfaktoren umfassen die rechtlichen und steuerlichen Rahmenbedingungen für Logistikimmobilien (Onstein et al. 2020).

Die in Kapitel 4.2.3 hierfür genannten Standortfaktoren Unternehmensfreundlichkeit von Politik und Verwaltung sowie Zeitbedarf der Verwaltung für Genehmigungen sind schwierig für eine Nutzwertanalyse messbar zu machen. Der Faktor Möglichkeit eines 24 h-Betriebs wird zumindest indirekt oben über die untersuchte Umfeldverträglichkeit adressiert.

Als zu berücksichtigender Standortfaktor wird hier die in Kapitel 5 entwickelte und durchgeführte Einstufung von Verwaltungsgemeinschaften des Untersuchungsraums als **zentrale Orte des Güterverkehrs** verwendet, deren wesentliches Ziel die raumverträgliche Steuerung von Neuansiedlungen von Logistik ist.

Im Hinblick auf steuerliche Rahmenbedingungen wäre zusätzlich die Gewerbesteuer zu nennen, die jedoch Teil betriebswirtschaftlicher Entscheidungen ansiedlungswilliger Unternehmen ist und daher hier nicht berücksichtigt wird.

Tabelle 28 zeigt alle berücksichtigten Standortfaktoren zusammenfassend.

Tabelle 28: für die Flächenbewertung berücksichtigte Standortfaktoren

Gruppe an Standortfaktoren	Standortfaktor	Räumliche Aggregation/ Zuordnung	Datenquelle
Ortsbezogene Standortfaktoren	<u>Erreichbarkeit von Produktionsstandorten:</u> Fahrdistanz [km]/Fahrzeit [min] zum nächsten Produktionsstandort [km] Anzahl sozialversicherungspflichtig Beschäftigter im produzierenden Gewerbe	Zentroid der jeweil. Fläche Gemeindeebene (Zuordnung der Rasterzelle über Zentroid)	Leerkamp et al. (2023) Eigene Berechnung auf Basis von LSN (2021)
	<u>Erreichbarkeit von Absatzgebieten:</u> Fahrdistanz [km]/Fahrzeit [min] zum nächsten Oberzentrum/Mittelzentrum	Zentroid der jeweil. Fläche	Leerkamp et al. (2023)
Anbindungsbezogene Standortfaktoren	Fahrdistanz [km]/Fahrzeit [min] zum nächsten Terminal des kombinierten Verkehrs	Zentroid der jeweil. Fläche	Leerkamp et al. (2023)
	Fahrdistanz [km]/Fahrzeit [min] zum nächsten Anschluss zur Autobahn/ Kraftfahrstraße für jede Himmelsrichtung	Zentroid der jeweil. Fläche	Leerkamp et al. (2023)
	Fahrdistanz [km]/Fahrzeit [min] zum nächsten Hafen	Zentroid der jeweil. Fläche	Leerkamp et al. (2023)
	Fahrdistanz [km]/Fahrzeit [min] zum nächsten Gleisanschluss	Zentroid der jeweil. Fläche	Leerkamp et al. (2023)
Ressourcenbezogene Standortfaktoren	Umfeldverträglichkeit (Wohnen bzw. schützenswerte Einrichtungen)	gesamte Fläche und Umfeld	Leerkamp et al. (2023)
	Verträglichkeit der Anbindungsstrecken (Wohnen bzw. schützenswerte Einrichtungen)	Anbindungsstrecken der jeweil. Fläche zum nächsten Anschluss zur Autobahn / Kraftfahrstr. und ihre Umfeldnutzungen	Leerkamp et al. (2023)
	<u>Arbeitskräfteverfügbarkeit:</u> Arbeitslosenquote in Abhängigkeit der Berufsausbildung	Kreisebene (Zuordnung der Fläche über Zentroid)	Eigene Berechnung auf Basis von BA (2020)
	per ÖPNV erreichbare Bevölkerung	Zentroid der jeweil. Fläche	Leerkamp et al. (2023)
	per MIV erreichbare Bevölkerung	Zentroid der jeweil. Fläche	Leerkamp et al. (2023)
	per Fahrrad erreichbare Bevölkerung	Zentroid der jeweil. Fläche	Leerkamp et al. (2023)
Institutionenbezogene Standortfaktoren	Einstufung der jeweiligen Verwaltungsgemeinschaft als Zentraler Ort des Güterverkehrs	Verwaltungsgemeinschaft (Zuordnung der Fläche über Zentroid)	siehe Kapitel 5

6.3 Entwicklung eines Bewertungsschemas für Logistikpotenzialflächen

Im Folgenden wird auf Basis der zuvor dargestellten Standortfaktoren für jeden Logistikimmobilientypen (Vorstellung in Kapitel 2.4) ein Schema entwickelt, mit dem jede Potenzialfläche unter Berücksichtigung obiger Standortfaktoren auf ihre Eignung für die unterschiedlichen Logistikimmobilientypen bewertet wird. Die konkrete Festlegung der Werte ist das Ergebnis umfangreicher Sensitivitätsanalysen auf Basis des hier betrachteten Flächenangebots. Zur Bewertung der Flächen wird die **Nutzwertanalyse** herangezogen, die vielfach bei Logistikflächenstudien zum Einsatz kommt (siehe dazu Kapitel 3.5.2). Eine Übertragbarkeit auf andere Untersuchungsräume ist aufgrund der meist allgemein formulierten Herleitung der Schwellenwerte (u. a. durch Verwendung von Quantilen) möglich. Gesonderte Abweichungen bei der Bewertung aufgrund regionaler Besonderheiten sind im Folgenden explizit gekennzeichnet.

Zunächst wird einführend die Methode der Nutzwertanalyse beschrieben. Danach werden harte Standortanforderungen für die einzelnen Standorttypen definiert mit dem Ziel, die für diesen Standorttyp grundsätzlich geeignete Grundgesamtheit (Eingrenzung der Alternativen) zu ermitteln. Darauf folgt die Formulierung von Ausschlusskriterien bzw. Vorbehaltskriterien für die Raumverträglichkeit. Danach wird für jeden Logistikstandort ein Zielsystem entwickelt und angewendet.

Innerhalb des Standorttyps mit Netzwerkfunktion (genauere Beschreibung siehe Kapitel 2.4) wird unterschieden zwischen Depots für die Ver- und Entsorgung eines Ballungsraums sowie peripher gelegenen Umschlag hubs. Die Standortanforderungen von Umschlag hubs entsprechen im Wesentlichen den Standorten der Zentralversorgung. Insofern werden im Folgenden unter Standorten mit Netzwerkfunktion diejenigen verstanden, die der Beginn der letzten Meile sind, während die Umschlag hubs durch die Standorte der Zentralversorgung repräsentiert werden.

6.3.1 Nutzwertanalyse

Nach Dittmer (2002) dient die **Nutzwertanalyse** „der systematischen Entscheidungsvorbereitung durch Bewertung (Nutzenermittlung) und Auswahl (Rangfolge aufgrund des Nutzens) optimaler Alternativen (Bewertungsobjekte). Sie eignet sich besonders für Fälle, bei denen sich der Gesamtnutzen aus den unterschiedlichsten Teilnutzen zusammensetzt und der monetäre Gewinn als einziges Kriterium zur Entscheidungsfindung unzureichend ist. Die Nutzwertanalyse läßt die Erfassung sowohl objektiver als auch subjektiver Informationen zu“. Abbildung 69 zeigt die Schritte einer Nutzwertanalyse schematisch und ordnet den Blöcken, die hier durchgeführten Arbeitsschritte zu.

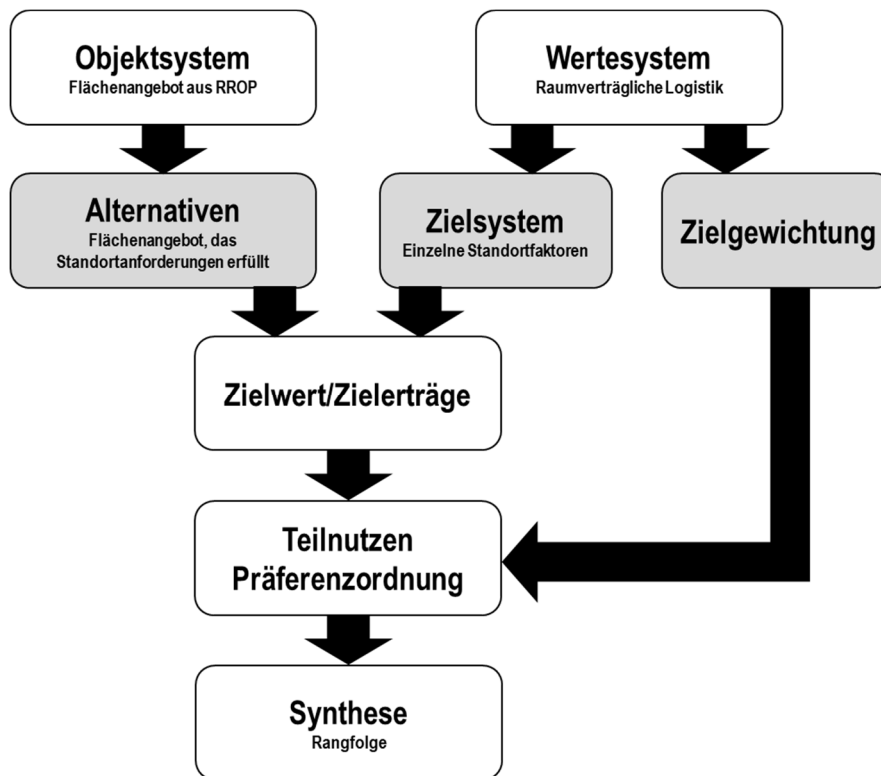


Abbildung 69: Schritte einer Nutzwertanalyse; grau hinterlegte Blöcke erfordern qualitative Festlegungen (Dittmer 2002)

6.3.2 Standortanforderungen

Zunächst werden für die jeweiligen Logistikstandorttypen Standortanforderungen hinsichtlich orts- sowie anbindungsbezogener Standortfaktoren formuliert, da diese für einzelne Standorttypen notwendige Voraussetzungen für eine Ansiedlung darstellen. Mit der Formulierung der Standortanforderungen werden eine Grundgesamtheit von Flächen bzw. im Sinne der Nutzwertanalyse die zu betrachtenden Alternativen erzeugt.

Bezogen auf diese Anforderungen erfolgt deren Formulierung zunächst allgemein für die Fahrstrecke anstelle der Fahrzeit, denn bei den anderen Anforderungen hat die Verkehrslage aufgrund der vielfach zentralen Lage der Fahrtziele (wie Oberzentren oder KV-Terminals) in städtischen Gebieten einen erheblichen Einfluss auf die Fahrzeit.

Ortsbezogene Standortanforderungen

Zunächst werden ortsbezogene Standortanforderungen formuliert. Dies betrifft lediglich Standorte der Regionalversorgung sowie der industriellen Logistik.

Standorte der Regionalversorgung dienen vor allem der Versorgung von Ballungsräumen. Daher wird für diese als Standortanforderungen definiert, dass sie maximal 20 km Fahrstrecke von einem Oberzentrum entfernt sein sollen. Das Oberzentrum wird als Ersatz für den Kern eines Ballungsraumes verwendet. Zusätzlich ist bei Oberzentren angesichts ihrer Bedeutung für die Verkehrsnetzplanung bereits von einem angemessenen Ausbaugrad des Verkehrsnetzes auszugehen. Dies trifft auf 70 der insgesamt 110 Flächen zu.

Standorte der industriellen Logistik dienen der Ver- und Entsorgung des produzierenden Gewerbes. Daher wird hier als Standortanforderung definiert, dass entweder ein Produktionsstandort aus der in Leerkamp et al. (2023) erstellten Gewerbeflächendatenbank innerhalb von 5 km Fahrtentfernung von der Potenzialfläche vorhanden sein muss oder alternativ die Beschäftigtenzahl im produzierenden Gewerbe (SvB_{prod}) in der jeweiligen Verwaltungsgemeinschaft über dem Median der Region von 370 Beschäftigten liegt. Somit wird vereinfacht abgeschätzt, ob in der Gemeinde ein relevanter industrieller Abnehmer logistischer Dienstleistungen vorhanden ist. In Summe verbleiben nach diesen Kriterien 107 von 110 Potenzialflächen.

Standorte mit Netzwerkfunktion dienen Unternehmen der Systemlogistik (Stückgut und KEP) für den Umschlag zwischen Nah- und Fernverkehren. Insofern wird die Nähe zum Ballungsraum als relevanter Standortfaktor aufgeführt (Veres-Homm und Weber 2019). Da insbesondere die Standorte der KEP-Dienstleister heute durch die inzwischen große Bedeutung des Onlinehandels auch relevant für die flächendeckende Versorgung sind (siehe dazu z. B. MKRO 2022), wird neben der bereits bei der Regionalversorgung formulierten Anforderung einer Entfernung bis maximal 20 km zum nächsten Oberzentrum zusätzlich die Anforderung formuliert, dass die Flächen in einer Entfernung bis maximal 10 km zum nächsten Mittelzentrum liegen sollen; dies soll sicherstellen, dass auch in Gegenden abseits der Oberzentren Flächen für die Netzwerkfunktion qualifiziert werden können. Gleichzeitig wird mit der Berücksichtigung der Mittelzentren deren Entwicklungsfunktion (siehe dazu weitergehend Kapitel 5) Rechnung getragen. Insgesamt verbleiben nach diesen Kriterien 106 von 110 Potenzialflächen.

Tabelle 29: Ortsbezogene Standortanforderungen

Logistikstandort-typ	Regional-versorgung	Zentral-Versorgung	Gateway	Industrielle Logistik	Netzwerk-Funktion
Anforderungen Lage					
Entfernung OZ	< 20 km				< 20 km ODER
Entfernung MZ					< 10 km
Entfernung Produktions-standort				SvBProd in Verwaltungsgemeinschaft 370 SvB _{Prod} (Regionaler Median) ODER Entfernung Produktions-standort < 5 km	
nach diesen Anforderungen verbleibende Flächen (n=110)	70	110	110	107	106

Anbindungsbezogene Standortanforderungen

Anbindungsbezogene Standortfaktoren umfassen die Anbindung an übergeordnete Verkehrsnetze. Der Infrastrukturzugang und dabei v. a. die Autobahnanbindung sind wie bereits beschrieben von sehr großer Bedeutung für Logistikansiedlungen (siehe dazu Kapitel 2.4).

Für die Anbindung an das höherrangige Straßennetz wird die Fahrzeit verwendet, denn anders als bei obigen ortsbezogenen Standortanforderungen geht es hier nicht um die Lage in einem Einzugsbereich, sondern um eine möglichst kurze Anbindung. Die Verwendung der Fahrzeit kommt hier zu sinnvolleren und über alle Flächen konsistenteren Ergebnissen, denn es können auch Flächen berücksichtigt werden, die zwar von der Fahrdistanz etwas weiter entfernt vom Autobahnanschluss sind, jedoch aufgrund höherer realisierbarer Fahrgeschwindigkeit auf den Anbindungsstrecken eine kurze Anbindungszeit haben.

Insbesondere für Standorte der **Zentralversorgung** und **Netzwerkfunktion** ist eine gute Anbindung an das höherrangige Straßennetz von herausragender Bedeutung (Veres-Homm und Weber 2019). Angesichts ihrer Bedeutung für Distribution und Systemverkehre wird zusätzlich als Anforderung definiert, dass die Fahrzeit zum höherrangigen Netz möglichst kurz (max. 5 Min) und für mindestens zwei Himmelsrichtungen sichergestellt sein muss. Diese Bedingung trifft auf 83 (Zentralversorgung) bzw. 80 (Netzwerkfunktion inkl. obiger Anforderungen) der 110 betrachteten Potenzialflächen zu.

Bei den Standorten der **Ballungsraumversorgung** ist aufgrund der Bedeutung der Standorte für die regionale Distribution somit ebenfalls eine Anbindung in mehrere Fahrtrichtungen relevant. Die Anforderungen an die Fahrzeit zum höherrangigen Netz werden hier für zwei Himmelsrichtungen auf 10 Minuten gesetzt, um auch innerhalb des Ballungsraums gelegene Standorte zu berücksichtigen zu können. Diese Bedingung trifft inkl. obiger Anforderungen auf 69 der 110 betrachteten Potenzialflächen zu.

Für **Gateway-Standorte** gilt, dass diese nicht ausschließlich von LKW angeeignet werden, sondern auf Umschlageneinrichtungen (wie KV-Terminals) sowie Frachtflughäfen ausgerichtet sind (Veres-Homm und Weber 2019). Da Gateway-Standorte des Weiteren auf logistische Knoten ausgerichtet sind, wird darüber hinaus eine maximale Fahrstrecke von 10 km zum nächsten KV-Terminal festgelegt. Die Anbindung an das höherrangige Netz ist ebenfalls relevant. Da jedoch der Distributionsradius derartiger Standorte groß ist (Veres-Homm und Weber 2019) und somit die Fahrtziele nicht in direkter Nähe liegen, wird festgelegt, dass lediglich eine Himmelsrichtung innerhalb von 10 Minuten erreicht werden soll. Die Festlegung auf 10 Minuten Fahrzeit erfolgt vor dem Hintergrund, dass sich logistische Knoten vielfach an historisch gewachsenen, städtisch integrierten Lagen befinden und daher nicht zwangsläufig in unmittelbarer Nähe zum höherrangigen Straßennetz liegen. Diese Bedingungen treffen auf 59 der 110 betrachteten Flächen zu.

Die Standorte der **industriellen Logistik** dienen der Ver- und Entsorgung der produzierenden Industrie. Die Anlieferung dieses Standorttyps erfolgt ebenfalls nicht ausschließlich per LKW, sondern auch per Schiene (Veres-Homm und Weber 2019). Auch aus den in Leerkamp et al. (2023) durchgeführten Expert*inneninterviews geht hervor, dass der Verkehrsträger Schiene für die verladenden Unternehmen, die Zielgruppe dieses Standorttyps sind, relevant ist. Die im Vergleich geringeren Anforderungen an die Anbindung zum höherrangigen Netz begründen sich damit, dass das wesentliche Standortkriterium die Nähe zu einem Produktionsstandort ist (siehe oben) und diese sich oft an historisch gewachsenen, verkehrlich nicht immer optimal erschlossenen Standorten befinden (Veres-Homm und Weber 2019). Somit wird hier ebenfalls die Anforderung an die Straßennetzanbindung auf mindestens eine Himmelsrichtung in 10 Minuten und, ebenfalls analog zu den Gateway-Standorten, die Anforderung an eine Umschlageneinrichtung (KV-Terminal) auf 10 km gesetzt. Die Expert*inneninterviews zeigten ebenfalls, dass die regionalen GVZ für die verladende Industrie von Bedeutung sind, während die Binnenhäfen v. a. für schütt- und massengutaffine Industrien von Relevanz sind (Leerkamp et al. 2023). Daher wird als alternative Anforderung eine Entfernung von 10 km zum jeweils nächsten Binnenhafen festgelegt. Zusätzlich wird hier aufgrund einer höheren Affinität für den Schienengüterverkehr die Nähe zu frei zugänglichen Gleisanschlüssen berücksichtigt. Hier wird als Voraussetzung eine kurze Entfernung von 2 km definiert. Bis zu dieser Entfernung ist davon auszugehen, dass Produktionsverfahren des Schienengüterverkehrs (wie Ganzzug- oder Einzelwagenverkehre) von den Unternehmen mit angemessenem Aufwand durchgeführt werden können. Diese Bedingungen treffen inkl. obiger Anforderungen auf 75 Flächen zu. Neben der Anbindung an existierende Gleisanschlüsse werden ebenfalls die Potenzialflächen mit aufgenommen, für die in Leerkamp et al. (2023) Untersuchungen im Hinblick auf die Realisierbarkeit eines neu zu errichtenden Gleisanschlusses durchgeführt wurden. Dies betrifft zusätzlich 8 Flächen.

Tabelle 30: Anbindungsbezogene Standortanforderungen

Logistikstandort- typ	Regional- versorgung	Zentral- Versorgung	Gateway	Industrielle Logistik	Netzwerk- Funktion
Anforderungen an die Anbindung					
Entfernung KV- Terminal			< 10 km	< 10 km ODER	
Entfernung Häfen				< 10 km ODER	
frei zugänglicher Gleisanschluss				< 2 km	
Fahrstrecke zum übergeordneten Netz	2 Himmels- richtungen in unter 10 Min	2 Himmels- richtungen in unter 5 Min	1 Himmels- richtung in unter 10 Min	1 Himmels- richtung in unter 10 Min	2 Himmels- richtungen in unter 5 Min
nach diesen Anforderungen und den vorherigen verbleibende Flächen (n=110)	69	83	59	75+8 mit potenziellem Gleisanschluss	80

6.3.3 Ausschluss-/Vorbehaltskriterien für Raumverträglichkeit

Wie bereits dargestellt, sind Logistikimmobilien auch Erzeuger negativer Auswirkungen (u. a. Luftschadstoffe und Lärm durch LKW-Fahrten). Daher sind einzelne angrenzende bzw. entlang der Anbindungsstrecken gelegene Nutzungen unverträglich mit Logistikimmobilien. Neben den oben beschriebenen Standortfaktoren **Umfeldverträglichkeit** und **Verträglichkeit der Anbindungsstrecken** wird hier zusätzlich die in Kapitel 5 erarbeitete **Klassifizierung der jeweiligen Verwaltungsgemeinschaft als Zentrale Orte des Güterverkehrs** berücksichtigt.

Für diese Kriterien werden im Folgenden Gesichtspunkte formuliert, die entweder zum kompletten Ausschluss einer Fläche führen oder zumindest als planerischer Vorbehalt bei einer ggf. später folgenden Flächenentwicklung berücksichtigt werden sollten. Dies geschieht auch vor dem Hintergrund, dass für diese Kriterien eine kardinale Bewertung im Zuge der späteren Nutzwertanalyse nicht zweckmäßig ist.

Umfeldverträglichkeit

Wie bereits dargestellt, stellt ein konfliktfreies Umfeld sowie die in dem Zusammenhang stehende Möglichkeit eines 24 h-Betriebs einen wichtigen Standortfaktor für die Logistiksiedlungen dar.

Potenzialflächen, bei denen sich im Abstand von 300 m **schützenswerte Nutzungen** wie z. B. Schulen oder Kindertagesstätten befinden, werden daher im Weiteren von der Betrachtung als mögliche Logistikfläche ausgeschlossen. Gemäß Abstandserlass NRW ist bereits ein Abstand von 300 m für Wohnflächen einzuhalten (MULNV NRW 2007). Bei den schützenswerten Einrichtungen werden die Unverträglichkeiten mit dem Umfeld als so groß eingeschätzt, dass sich dementsprechend eine

Entwicklung der betrachteten Flächen als Logistikfläche jedes Standorttyps nicht rechtfertigen lässt. Von den 110 betrachteten Flächen fallen daher sieben weg.

Für Potenzialflächen, die die **vorgegebenen Abstände des Abstandserlasses NRW (300 m zu Wohnflächen bzw. 100 m zu Mischflächen) nicht komplett einhalten**, wird je nach Standorttyp dann ein *Vorbehalt* festgelegt, wenn die Größe der jeweiligen Potenzialfläche kleiner ist als die Durchschnittsgröße des jeweiligen Standorttyps zzgl. eines 30-prozentigen Aufschlags für die Erschließung und Grünflächen.³² Denn in diesem Fall ist davon auszugehen, dass auch bei angepasster Positionierung der Logistikimmobilie der Abstandsvorbehalt weiterbesteht.³³ Die Entwicklung als Logistikfläche ist dennoch nicht ausgeschlossen, da auf Ebene des Bebauungsplans später noch Festlegungen zum Immissionsschutz getroffen werden können. Dies gilt auch für die Ermöglichung eines 24 h-Betriebs, der wie beschrieben meist durch Ausweisung eines Industriegebiets im Bebauungsplan ermöglicht wird.³⁴ Bei den Flächen, für die bereits im KOREG die Möglichkeit eines 24 h-Betriebs bejaht wurde, werden die Abstandsvorbehalte pauschal fallen gelassen. Tabelle 31 zeigt die daraus resultierenden Schwellenwerte.

Verträglichkeit der Anbindungsstrecken

Im Folgenden wird die Verträglichkeit der Anbindungsstrecken hinsichtlich schützenswerter Einrichtungen sowie Wohnbauflächen betrachtet. Konfliktfreie Zufahrten sind ebenfalls ein relevanter Standortfaktor. Der folgenden Untersuchung zugrunde gelegt werden jeweils diejenigen Anbindungsstrecken, die auch die oben formulierten Anforderungen an die Fahrstrecke zum höherrangigen Straßennetz erfüllen.

Abbildung 70 zeigt beispielhaft für die betrachteten Potenzialflächen, wie viele davon Anbindungsstrecken unter 10 Min. Fahrstrecke zum höherrangigen Straßennetz haben (Anforderung regionalversorgender Standorte) und gleichzeitig keine Konflikte mit schützenswerten Einrichtungen bzw. Wohnbauflächen aufweisen.

Von der gesonderten Betrachtung für die einzelnen Standorttypen wird hier abgesehen. Es liegen zwar in Veres-Homm et al. (2019) Verkehrserzeugungskennziffern für die einzelnen Standorttypen vor. Dennoch können angesichts der erheblichen Unterschiede bei der Größe der Potenzialflächen und der ebenfalls sehr heterogenen Flächengrößen der Logistikstandorttypen keine validen Aussagen zur möglichen Verkehrserzeugung der Flächen gemacht und damit auch kein Ausschluss von Flächen infolge möglicher Unverträglichkeiten der Anbindungsstrecken begründet werden.

Stattdessen werden daher mögliche Konflikte der Anbindungsstrecken mit Wohnbauflächen und schützenswerten Einrichtungen entsprechend der späteren Flächenbewertung als Vorbehalt für die Entwicklung der jeweiligen Potenzialfläche mitgeführt. Sie kommen immer dann zum Tragen, wenn diejenigen Strecken, die die Anforderungen an das höherrangige Straßennetz erfüllen (siehe Tabelle 30), von den Vorbehalten betroffen sind.

³² Zuschlag, der üblicherweise in Gewerbeflächenkonzepten zur Berechnungen der netto verfügbaren Fläche verwendet wird (u. a. im KOREG: Georg et al. 2020.)

³³ Beispiel: Netzwerkstandorte haben eine durchschnittliche Größe von 2,0 ha. Ein Ausschluss greift dann, wenn die betrachtete Fläche kleiner als 2,6 ha ist (2,0 ha + 30 % Aufschlag für Grünflächen und Erschließung).

³⁴ Gemäß TA Lärm gelten in Industriegebieten tags und nachts mit 70 dB(A) dieselben Immissionsrichtwerte.

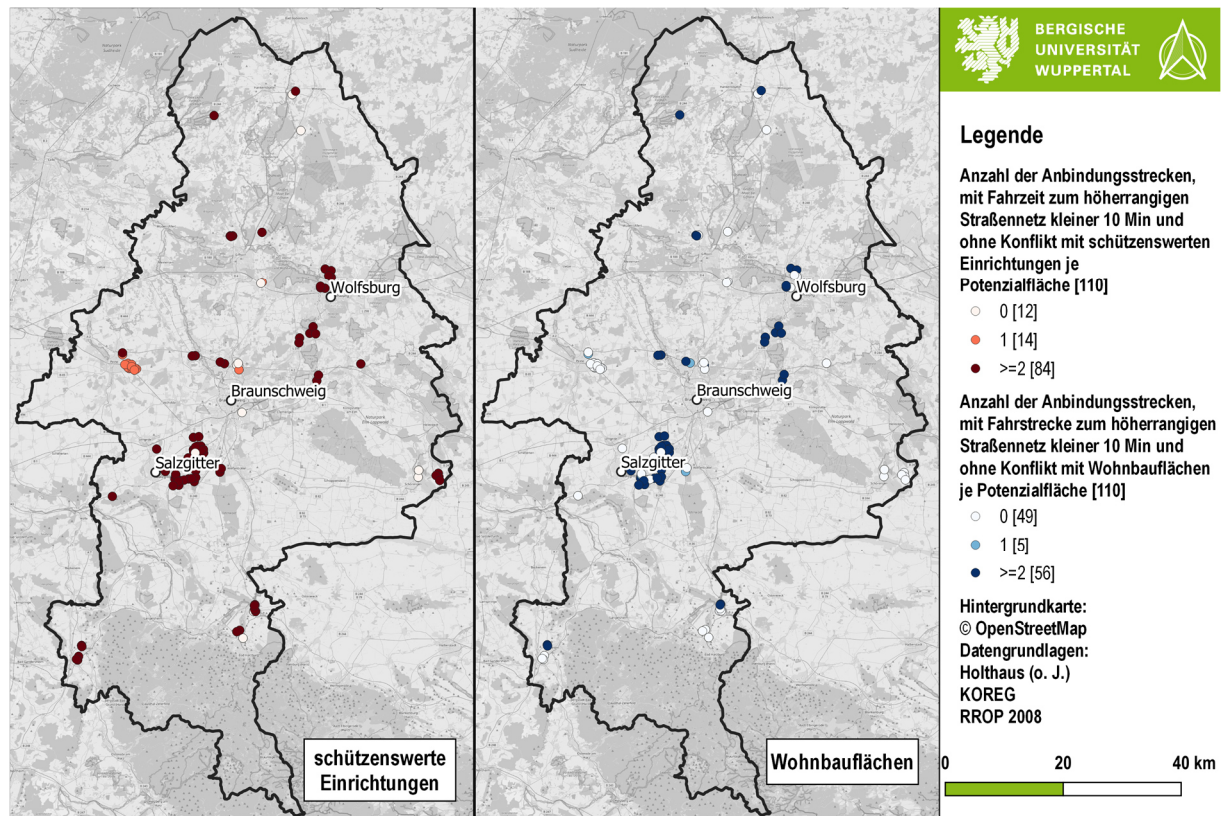


Abbildung 70: Anzahl der Anbindungsstrecken mit verträglichen Anbindungsstrecken bei schützenswerten Einrichtungen sowie Wohnbauflächen

Einstufung der Gemeinde als ZO_{GV}

Wie bereits zuvor beschrieben, ist eine wesentliche Motivation für die Entwicklung des in Kapitel 5 dargestellten Ansatzes für die Ausweisung zentraler Orte des Güterverkehrs die raumverträgliche Steuerung von Neuansiedlungen von Logistik. Bei höher eingestuften Orten kann davon ausgegangen werden, dass bereits eine adäquate Verkehrsanbindung vorliegt. Ein Fokus von Neuansiedlungen auf die hocheingestuften Orte dient also dazu, neu zu errichtende bzw. auszubauende Verkehrsinfrastruktur möglichst einzusparen und bereits vorhandene, hochwertige Verkehrsinfrastruktur besser auszulasten. Die Einstufung der Gemeinde wird somit im Folgenden als Vorbehalt der jeweiligen Potenzialflächen mitgeführt, wenn die Gemeinde als D-Standort eingestuft ist, also keine regionale, nationale oder internationale Bedeutung für den Güterverkehr hat.

Tabelle 31 zeigt zusammenfassend für jeden Standorttypen die Anzahl der Potenzialflächen, die nach obigen Standortanforderungen und Ausschlüssen jeweils im Rahmen der folgenden Bewertung betrachtet werden.

Tabelle 31: Ausschluss-/Vorbehaltskriterien für Raumverträglichkeit

Logistikstandort- typ	Regional- versorgung	Zentral- Versorgung	Gateway	Industrielle Logistik	Netzwerk- Funktion
Anforderungen an Umfeldverträglichkeit					
Schützenswerte Einrichtungen im Umfeld	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
Mischflächen/ Wohnbauflächen im Umfeld	7	3,9	6,8	3,9	2,6
Schwellenwert für Vorbehalt [ha]					
Anforderungen an Verträglichkeit der Anbindungsstrecken					
Schützenswerte Einrichtung im Bereich der Anbindungsstrecken	kein Ausschluss, Vorbehalt, wenn jeweilige Standortanforderungen hinsichtlich Anbindung an das höherrangige Straßennetz nicht ohne Konflikt erfüllt werden können				
Wohnflächen im Bereich der Anbindungsstrecken	kein Ausschluss, Vorbehalt, wenn jeweilige Standortanforderungen hinsichtlich Anbindung an das höherrangige Straßennetz nicht ohne Konflikt erfüllt werden können				
Einstufung der Gemeinde als ZOgv	kein Ausschluss, Vorbehalt, wenn jeweilige Gemeinde als D-Standort eingestuft ist				
nach diesen und vorherigen Anforderungen verbleibende Flächen (n=110)	64	76	54	76	73

6.3.4 Zielsystem und Zielgewichtung

Nun wird ein Zielsystem mit den zugehörigen Gewichtungen formuliert, mit dem die verbleibenden Flächen bewertet werden. Dies erfolgt ebenfalls getrennt für die fünf Logistikstandorttypen. Wie bereits beschrieben, dient die hier beschriebene Flächenqualifizierung einer Vorauswahl von geeigneten Potenzialflächen aus der Sicht von Verkehrs- und Raumplanung.

Grundsätzlich gilt, dass alle Zielwerte kardinal skaliert sind, also zwischen den im Folgenden dargestellten Schwellenwerten interpoliert wird. Zur einfacheren Übersicht wird jedes Ziel im Intervall 0 bis 3 Punkte bewertet.

Entwicklung eines Zielsystems

Wie bereits beschrieben werden im Zuge der Flächenbewertung die drei Zielgruppen

- ortsbezogene Standortfaktoren
- anbindungsbezogene Standortfaktoren

- ressourcenbezogene Standortfaktoren (hier Arbeitskräfteverfügbarkeit)

berücksichtigt. Von den ressourcenbezogenen Standortfaktoren sind die Umfeldverträglichkeit sowie die Verträglichkeit der Anbindungsstrecken bereits als Vorbehaltskriterien berücksichtigt worden, sodass in der hier durchzuführenden Bewertung für diese Zielgruppe ausschließlich die Arbeitskräfteverfügbarkeit berücksichtigt wird, die – wie aus den Expert*inneninterviews in Leerkamp et al. (2022) und Leerkamp et al. (2023) sowie u. a. Veres-Homm und Weber (2019) bekannt ist – ein Standortfaktor von größter Bedeutung ist. Daher wird dieser Zielgruppe für alle Logistikstandorttypen eine Gewichtung von 50 % zu gewiesen. Die Zielgruppen der anbindungs- sowie ortsbezogenen Standortfaktoren sind hingegen nicht für jeden Logistikimmobilienstandorttyp gleichermaßen relevant und werden daher für jeden Logistikstandorttyp gesondert behandelt.

Die Logistikstandorttypen Ballungsraumversorgung und Industrielle Logistik zeichnen sich dadurch aus, dass für sie vor allem die Nähe zum Ballungsraumkern bzw. Industriebetrieb relevant ist, deren Ver- und Entsorgung sie dienen. Insofern wird bei ihnen die Zielgruppe der ortsbezogenen Standortfaktoren mit 30 % bzw. 50 % gewichtet. Die übrigen drei Logistikstandorttypen zeichnen sich demgegenüber dadurch aus, dass für sie die Anbindung von größter Bedeutung ist. Somit werden bei diesen die anbindungsbezogenen Standortfaktoren mit 50 % gewichtet und die ortsbezogenen Standortfaktoren, sofern vorhanden, lediglich über obig beschriebene Standortanforderungen abgedeckt. Tabelle 32 stellt die Gewichtung der Zielgruppen zusammenfassend dar.

Tabelle 32: logistikstandorttypspezifische Gewichtung der einzelnen Zielgruppen

Logistikstandort- typ	Ballungsraum- versorgung	Zentral- Versorgung	Gateway	Industrielle Logistik	Netzwerk- Funktion
Gewichtung der Zielgruppe Arbeitskräfte- verfügbarkeit	50	50	50	50	50
Gewichtung der Zielgruppe anbindungsbezogene Standortfaktoren	20	50	50		50
Gewichtung der Zielgruppe ortsbezogene Standortfaktoren	30			50	

Zielgruppe Arbeitskräfteverfügbarkeit

Die Zielgruppe **Arbeitskräfteverfügbarkeit** wird dabei zum einen über die Arbeitslosenquote von Personen ohne Berufsabschluss auf Kreisebene (Gewichtung für alle Standorttypen 30 %) bewertet. Hintergrund hierbei ist, dass wie bereits beschrieben für einen Großteil der Tätigkeiten innerhalb von Logistikimmobilien keine Berufsausbildung benötigt wird (Veres-Homm und Weber 2019). Zum anderen wird die Arbeitskräfteverfügbarkeit mittels ÖPNV (Gewichtung für alle Standorttypen 50 %) über die *innerhalb von einer Stunde Fahrzeit mit dem ÖPNV erreichbare Bevölkerung (5-8 Uhr)* bewertet (Berechnung s.o.). Die hohe Gewichtung wird gewählt um sicherzustellen, dass

mögliche Ansiedlungen an bereits gut durch den ÖPNV erschlossenen Standorten umgesetzt werden. Um zusätzlich Standorte zu ermitteln, die zwar eine hohe Lagegunst haben, jedoch bislang nicht ausreichend durch den ÖPNV erschlossen sind, wurde zusätzlich eine Bewertung ohne das Kriterium Arbeitskräfteverfügbarkeit ÖPNV durchgeführt, bei der die dann freiwerdende Gewichtung auf die beiden anderen Kriterien verteilt wird.³⁵ Zusätzlich wird mit einer geringen Gewichtung die Arbeitskräfteverfügbarkeit mittels Fahrrad über die innerhalb von 10 km Fahrstrecke erreichbare Bevölkerung (Berechnung s. o.; Gewichtung für alle Standorttypen 20 %) hinzugezogen, um auch diese nachhaltige Mobilitätsoption, die eher kurzen Strecken dient, berücksichtigen zu können.

Die in Tabelle 33 dargestellten Schwellenwerte sind das Ergebnis umfangreicher Sensitivitätsanalysen unter Berücksichtigung der jeweiligen Terzile sowie Maxima/Minima der hier betrachteten Potenzialflächen sowie zusätzlich der vorhandenen Flächenreserven in den kommunalen FNP. Letztere wurden zugrunde gelegt, um bei der Ermittlung der jeweiligen Schwellenwerte eine größere Grundgesamtheit zu erhalten.

³⁵ Beispiel Bewertung vorher:

Arbeitslosenquote ohne Berufsausbildung 30 %, Arbeitskräfteverfügbarkeit ÖPNV: 50 %, Arbeitskräfteverfügbarkeit Fahrrad: 20 %

Beispiel Bewertung nachher: Arbeitslosenquote ohne Berufsausbildung 70 %, Arbeitskräfteverfügbarkeit ÖPNV: 0 %, Arbeitskräfteverfügbarkeit Fahrrad: 30 %

Tabelle 33: Zielgewichtung für die Zielgruppe Arbeitskräfteverfügbarkeit

Logistikstandort- typ	Ballungsraum- versorgung	Zentral- Versorgung	Gateway	Industrielle Logistik	Netzwerk- Funktion
Zielgewichtung Arbeitskräfteverfügbarkeit					
Gewichtung der Zielgruppe	50	50	50	50	50
Arbeitskräfte- verfügbarkeit (Arbeitslosenquote ohne abgeschlossene Berufsausbildung)	3 P.: 34,2 % 2 P.: 29 % 1 P.: 21 % 0 P.: 19,4 %	3 P.: 34,2 % 2 P.: 29 % 1 P.: 21 % 0 P.: 19,4 %	3 P.: 34,2 % 2 P.: 29 % 1 P.: 21 % 0 P.: 19,4 %	3 P.: 34,2 % 2 P.: 29 % 1 P.: 21 % 0 P.: 19,4 %	3 P.: 34,2 % 2 P.: 29 % 1 P.: 21 % 0 P.: 19,4 %
Gewichtung	30 %/70 %	30 %/70 %	30 %/70 %	30 %/70 %	30 %/70 %
Arbeitskräfte- verfügbarkeit ÖPNV (Erreichbare Bevölkerung 5-8 Uhr)	3 P.: 486.000 2 P.: 140.000 1 P.: 70.000 0 P.: 0	3 P.: 486.000 2 P.: 140.000 1 P.: 70.000 0 P.: 0	3 P.: 486.000 2 P.: 140.000 1 P.: 70.000 0 P.: 0	3 P.: 486.000 2 P.: 140.000 1 P.: 70.000 0 P.: 0	3 P.: 486.000 2 P.: 140.000 1 P.: 70.000 0 P.: 0
Gewichtung	50 %/0 %	50 %/0 %	50 %/0 %	50 %/0 %	50 %/0 %
Arbeitskräfte- verfügbarkeit Fahrrad (erreichbare Bevölkerung innerhalb 10 km Fahrstrecke)	3 P.: 336.000 2 P.: 120.000 1 P.: 60.000 0 P.: 3.900	3 P.: 336.000 2 P.: 120.000 1 P.: 60.000 0 P.: 3.900	3 P.: 336.000 2 P.: 120.000 1 P.: 60.000 0 P.: 3.900	3 P.: 336.000 2 P.: 120.000 1 P.: 60.000 0 P.: 3.900	3 P.: 336.000 2 P.: 120.000 1 P.: 60.000 0 P.: 3.900
Gewichtung	20 %/30 %	20 %/30 %	20 %/30 %	20 %/30 %	20 %/30 %

Zielgruppe ortsbezogene Standortfaktoren

Unter der Zielgruppe **ortsbezogene Standortfaktoren** sind die Lagekriterien zuordnet, die Nähe zu Fahrtzielen bzw. -quellen darstellen. Dies ist für die Standorttypen Ballungsraumversorgung und Industrielle Logistik von Relevanz. Für die Standorte der Ballungsraumversorgung wird die Zielgruppe dabei über das Ziel Fahrzeit zum Oberzentrum operationalisiert; vor allem deshalb, um ebenfalls die Verkehrslage bewerten zu können. Die gewählten Fahrzeiten sind Ergebnis einer Abwägung zwischen den Terzilen der Fahrzeit der Potenzialflächen inkl. FNP-Reserven und den Anforderungen dieses Standorttyps und entsprechen ebenfalls denen in Leerkamp et al. (2022).³⁶ Die Zielgruppe wird hierbei mit 30 % gewichtet. Die übrige Gewichtung wird der infrastrukturellen Anbindung zugeordnet, die für diesen Standorttypen ebenfalls relevant ist.

³⁶ Daher gibt es hier auch keinen Zielwert für 0 Punkte, da bereits alle Flächen 1 Punkt in dieser Bewertung erhalten.

Für die Standorte der industriellen Logistik wurde analog zu obigen Standortanforderungen zum einen die Fahrstrecke zum nächsten Standort des produzierenden Gewerbes aus der in Leerkamp et al. (2023) erstellten Gewerbeflächendatenbank sowie zum anderen die Beschäftigtenzahl im produzierenden Gewerbe in der jeweiligen Verwaltungsgemeinschaft gewählt. Hier wurde bewusst anstelle der Fahrzeit weiterhin die Fahrstrecke gewählt, um auch Standorte des produzierenden Gewerbes, die sich an historisch gewachsenen Standorten mit gering ausgebauter Straßeninfrastruktur befinden, angemessen berücksichtigen zu können. Die gewählten Fahrstrecken sind eine Abwägung aus dem Minimum und den Terzilen der Fahrzeit der Potenzialflächen inkl. FNP-Reserven, die obige Standortanforderungen erfüllen, sowie den allgemeinen Anforderungen dieses Standorttyps. Als Maximum der Fahrstrecke wurde obige Standortanforderung verwendet. Bei der Festlegung der Werte für die örtliche Beschäftigung im produzierenden Gewerbe ist der Fokus auf die Terzile der Potenzialflächen inkl. FNP-Reserven aufgrund der vorliegenden starken regionalen Konzentration der Beschäftigung im produzierenden Gewerbe auf Salzgitter und Wolfsburg nicht zweckmäßig. Daher wird hier als Zielwert für einen Punkt das Terzil der Potenzialflächen inkl. FNP-Reserven verwendet sowie als Zielwert für zwei Punkte die bereits bei der Ausweisung der ZO_{GV} verwendete Mitarbeiterzahl für Großbetriebe von 3.000. Als Untergrenze wird die oben formulierte Anforderung von 370 Beschäftigten verwendet, als beste Bewertung die höchste Beschäftigtenzahl auf Ebene der Verwaltungsgemeinschaften, diejenige von Wolfsburg. Tabelle 34 zeigt die Zielgewichtung für diese Zielgruppe zusammenfassend. Für Standorte der industriellen Logistik wird die komplette Gewichtung der Lagegunst dieser Zielgruppe zugeordnet.

Tabelle 34: Zielgewichtung für die Zielgruppe ortsbezogene Standortfaktoren

Logistikstandort- typ	Ballungsraum- versorgung	Zentral- Versorgung	Gateway	Industrielle Logistik	Netzwerk- Funktion
Zielgewichtung ortsbezogene Standortfaktoren					
Gewichtung der Zielgruppe	30			50	
Fahrzeit OZ	3 P.: 3 Min 2 P.: 10 Min 1 P.: 20 Min 0 P.: hier nicht vorhanden				
Gewichtung	100 %				
Nähe zu Produktions- standorten (Entfernung zum nächsten Produktions- standort/ SvB_{prod} in der Verwaltungs- gemeinschaft)				3 P.: 0 km 2 P.: 1 km 1 P.: 2 km 0 P.: 5 km ODER: 3 P.: 75.000 2 P.: 3.000 1 P.: 600 0 P.: 370 SvB _{prod}	
Gewichtung				100 %	

Zielgruppe anbindungsbezogene Standortfaktoren

Der Zielgruppe **anbindungsbezogene Standortfaktoren** sind, wie dargestellt, alle Standortfaktoren bzgl. infrastruktureller Anbindung zugeordnet. Für die Standorte mit Gateway-Funktion wird diese dabei über das Ziel Fahrzeit zum KV-Terminal operationalisiert. Hier wird wiederum in Abweichung von den Anforderungen die Fahrzeit gewählt, um die Verkehrslage mit bewerten zu können. Die gewählten Fahrzeiten (5 Min. für die zweitbeste Bewertung) sind Ergebnis einer Abwägung zwischen den Terzilen der Fahrzeit und den Anforderungen dieses Standorttyps. Für zentralversorgende Standorte und solche mit Netzwerk-Funktion wird die Zielgruppe über die Anbindung ans höherrangige Straßennetz operationalisiert. Die Wahl der Schwellenwerte erfolgt hier auf Basis von Leerkamp et al. (2022) und entspricht ebenfalls in etwa den Terzilen der hier zugrunde gelegten Flächenkulisse. Als Wert für 0 Punkte wird die jeweilige oben formulierte Standortanforderung für die Anbindungszeit verwendet.

Für die drei Standorttypen Zentralversorgung, Gateway und Netzwerk-Funktion wird die gesamte Gewichtung dieser Zielgruppe zugeordnet. Zusätzlich wird für den Standorttyp der Ballungsraumversorgung die Anbindung an das höherrangige Straßennetz ebenfalls berücksichtigt, jedoch mit einer insgesamt kleineren Gewichtung (20 %). Tabelle 35 zeigt die Zielgewichtung für

diese Zielgruppe zusammenfassend. Netzwerk-Standorte und Zentralversorgung haben im Ergebnis aufgrund ihrer ähnlichen Standortcharakteristika dieselbe Zielgewichtung.

Tabelle 35: Zielgewichtung für die Zielgruppe anbindungsbezogene Standortfaktoren

Logistikstandort- typ	Ballungsraum- versorgung	Zentral- Versorgung	Gateway	Industrielle Logistik	Netzwerk- Funktion
Zielgewichtung anbindungsbezogene Standortfaktoren					
Gewichtung der Zielgruppe	20	50	50		50
Fahrzeit KV- Terminal			3 P.: 0 Min 2 P.: 5 Min 1 P.: 10 Min 0 P.: 17 Min		
Gewichtung			100 %		
Direkter Zugang höherrangiges Straßennetz (Fahrzeit)	3 P.: 2 HR in 0 Min 2 P.: 2 HR in 1.5 Min. 1 P.: 2 HR in 3 Min. 0 P.: 10 Min.	3 P.: 2 HR in 0 Min 2 P.: 2 HR in 1.5 Min. 1 P.: 2 HR in 3 Min. 0 P.: 5 Min.			3 P.: 2 HR in 0 Min 2 P.: 2 HR in 1.5 Min. 1 P.: 2 HR in 3 Min. 0 P.: 5 Min.
Gewichtung	100 %	100 %			100 %

Zusammenfassung

Abbildung 71 zeigt das so entstehende gesamte Zielsystem beispielhaft für den Standorttypen der Ballungsraumversorgung. Aus der Anwendung des Bewertungsschema ergibt sich folglich eine Gesamtpunktzahl zwischen 0 und 3. Die oben beschriebenen Vorbehalte werden der späteren Bewertung mitgeführt.



Abbildung 71: beispielhaftes Zielsystem für den Standorttyp Ballungsraumversorgung

6.4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der auf die untersuchten Flächen angewendeten Flächenbewertungen inkl. der obig formulierten Vorbehalte getrennt für die einzelnen Standorttypen beschrieben. Grundsätzlich ist zu beachten, dass in Salzgitter insgesamt das umfangreichste Potenzialflächenangebot vorliegt. Viele dieser Flächen sind jedoch bislang unzureichend an den ÖPNV angebunden, sodass deren Bewertungsergebnisse ohne die Berücksichtigung der Arbeitskräfteverfügbarkeit ÖPNV zu einem besseren Ergebnis kommt und diese Flächen somit mit dem Vorbehalt *Handlungsbedarf ÖPNV* gekennzeichnet werden.

6.4.1 Gatewaystandorte

Für den Standorttyp **Gateway** finden sich geeignete Standorte bewertungsgemäß in der Nähe des dortigen GVZs und des Hafens. Im hier dargestellten Ausschnitt des Untersuchungsgebiets sind in Braunschweig und Wolfsburg – anders als in Salzgitter – insgesamt nur wenige, gut bewertete Flächen für diesen Standorttyp verfügbar (siehe

Abbildung 72).

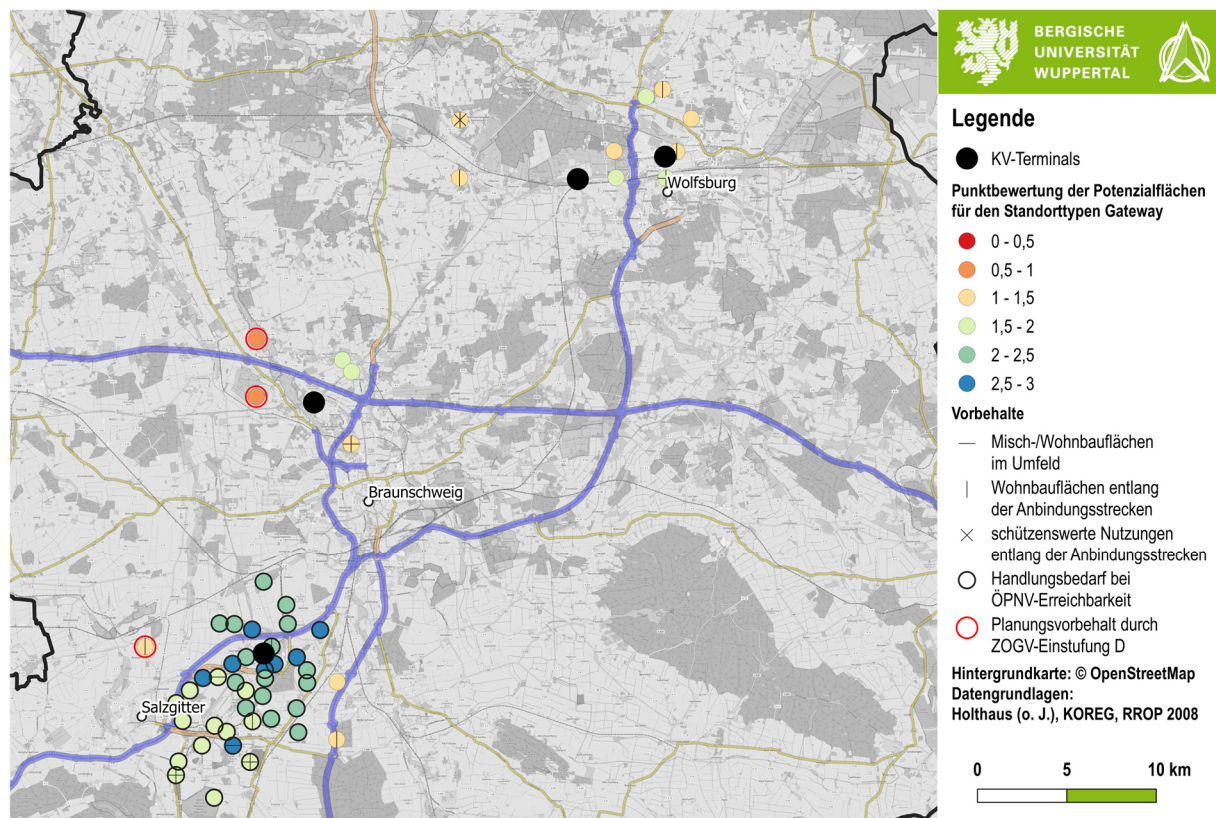


Abbildung 72: Flächenbewertung für den Standorttyp Gateway

6.4.2 Ballungsraumversorgung

Abbildung 73 zeigt für denselben Ausschnitt des Untersuchungsraums die für Standorte der Ballungsraumversorgung bewerteten Flächen.

Für den hier dargestellten Ausschnitt ist erkennbar, dass in Wolfsburg einige gut bewertete, vorbehaltsfreie Flächen existieren. Im näheren Umfeld von Braunschweig finden sich hingegen nur

sehr wenige geeignete Flächen. Auf die beiden zentral gelegenen Flächen in Braunschweig treffen des Weiteren alle zuvor formulierten Planungsvorbehalte zu. Im Gebiet zwischen den beiden Oberzentren gibt es zusätzlich mehrere Potenzialflächen in Gemeinden, die als ZO_{GV} D-Standort eingestuft sind. Diese konzentrieren sich u. a. auf das Autobahnkreuz Wolfsburg/Königslutter. Im Oberzentrum Salzgitter sind auch hier die meisten, gut bewerteten Flächen zu finden.

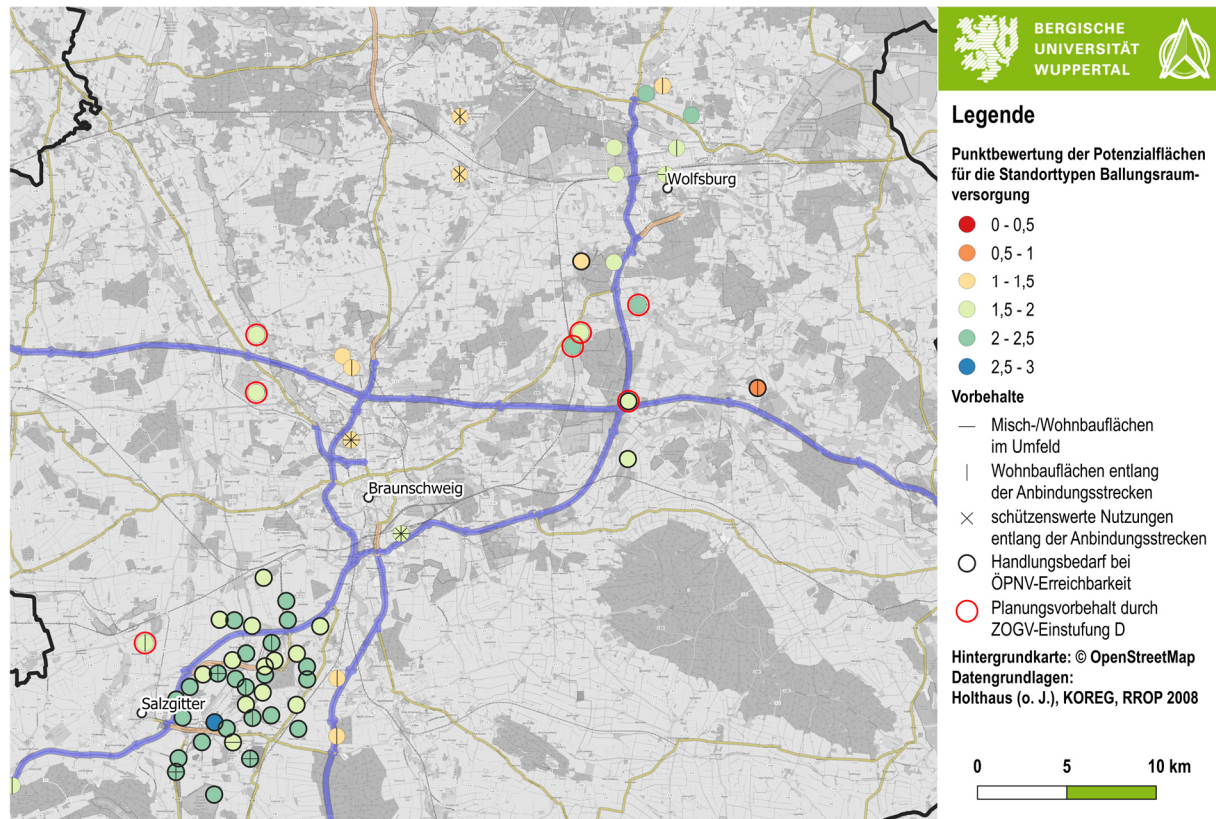


Abbildung 73: Flächenbewertung für den Standorttyp Ballungsraumversorgung

6.4.3 Zentralversorgung und Netzwerkfunktion

Abbildung 74 zeigt geeignete Flächen für die Standorttypen **Zentralversorgung** und **Netzwerkfunktion**, denen wie beschrieben dasselbe Zielsystem zugrunde gelegt wurde und für die im dargestellten Kartenausschnitt auch alle jeweiligen Standortanforderungen erfüllt werden; einzelne Abweichungen gibt es lediglich beim Planungsvorbehalt Umfeldverträglichkeit.

Hier zeigt sich, dass durch andere Standortanforderungen auch fernab der Oberzentren gelegene Potenzialflächen berücksichtigt werden. Gut bewertete Potenzialflächen befinden sich in Wolfsburg sowie westlich von Braunschweig an der A 2 sowie ebenfalls im Gebiet zwischen den beiden Oberzentren, die meist in Gemeinden liegen, die als ZO_{GV} D-Standort eingestuft sind. In Salzgitter finden sich die am besten bewerteten Flächen, diese liegen in unmittelbarer Nähe zum höherrangigen Straßennetz.

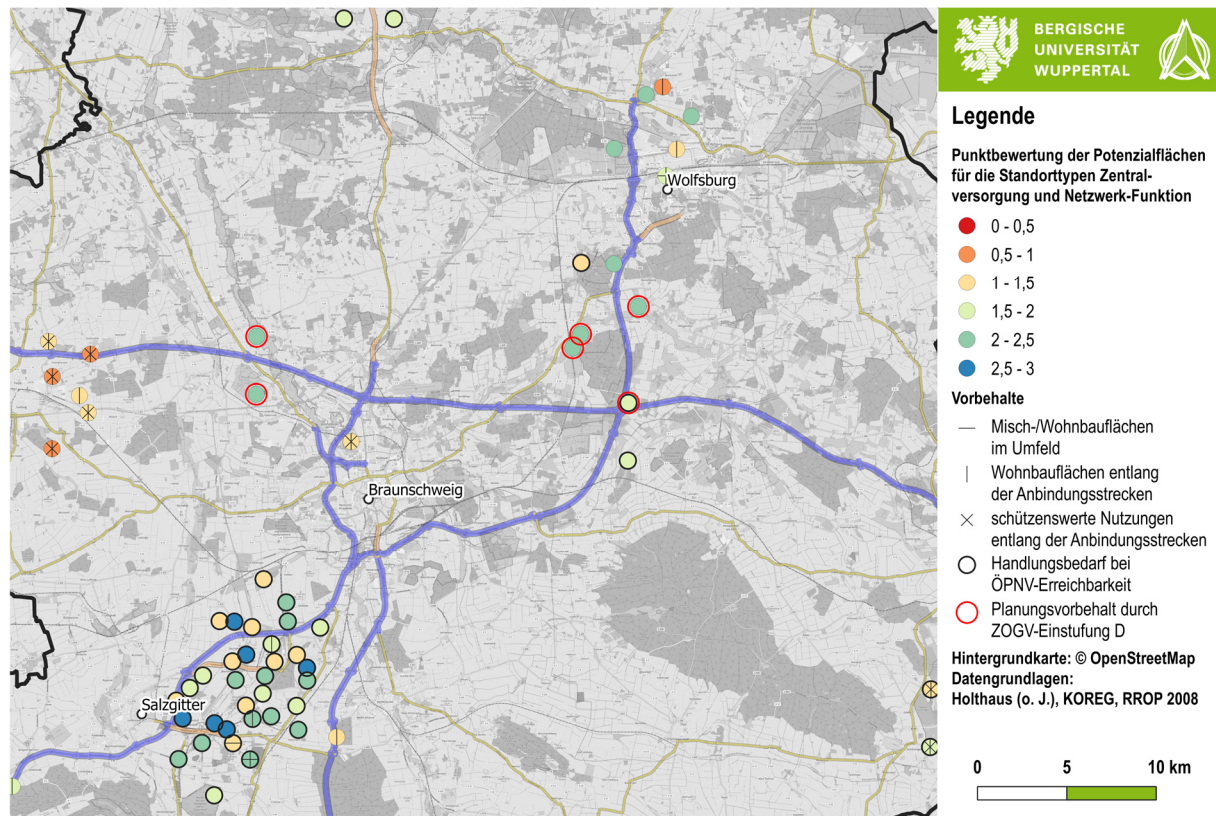


Abbildung 74: Flächenbewertung für den Standorttyp Zentralversorgung und Netzwerk

6.4.4 Industrielle Logistik

Abbildung 75 zeigt geeignete Flächen für den Standorttyp **industrielle Logistik**. Mehrere gut bewertete und vorbehaltslose Flächen befinden sich in Wolfsburg in der Nähe der Volkswagen-Standorte. Ein weiterer Schwerpunkt des Flächenangebots für diesen Standorttyp im Kartenausschnitt ist Peine. Auch hier befinden sich viele sehr gut bewertete vorbehaltslose Flächen in der Salzgitter; v. a. im Umfeld des dortigen Stahlwerks.

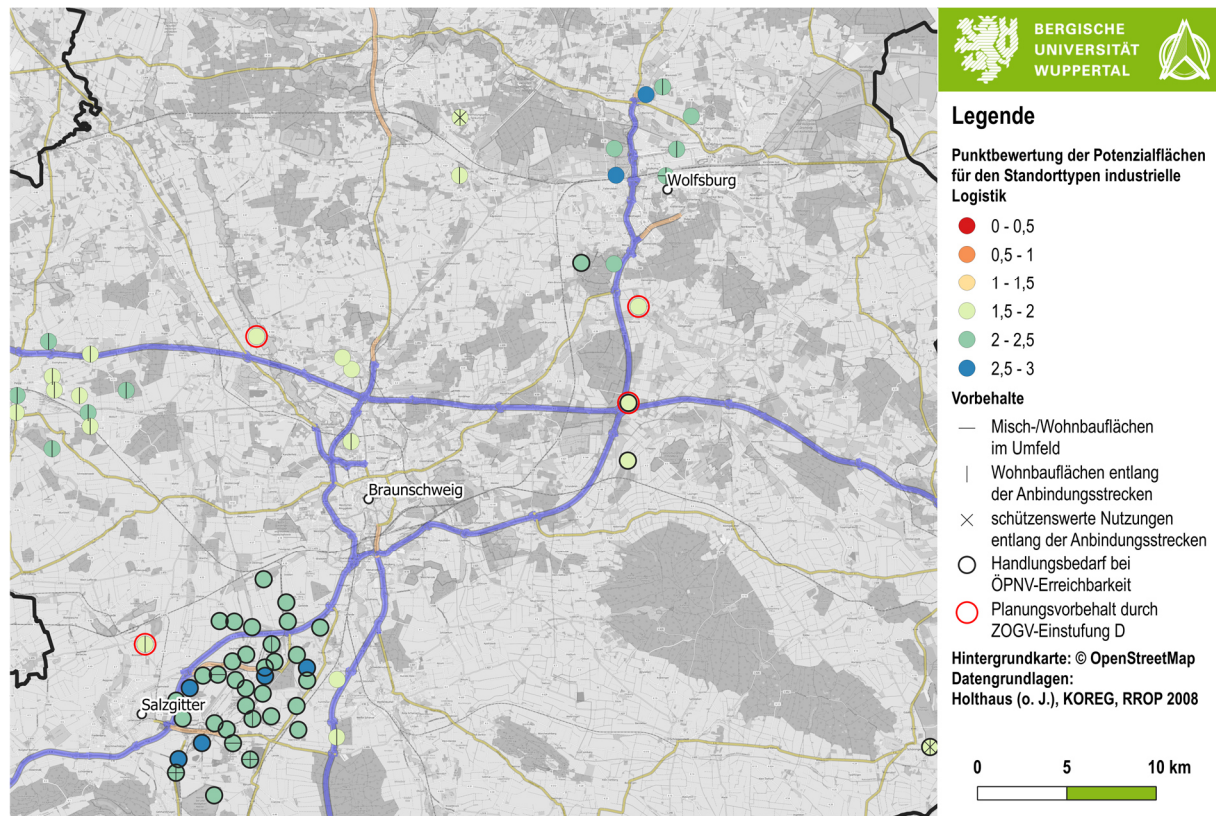


Abbildung 75: Flächenbewertung für den Standorttyp industrielle Logistik

6.4.5 Fazit

Die Ergebnisse zeigen, dass mit der entwickelten Bewertung der Gewerbeflächenpotenziale für die einzelnen Logistikstandorttypen eine nachvollziehbare Flächenauswahl für die Regionalplanung ermöglicht wird. Mit dieser Bewertung kann die öffentliche Hand eine Vorauswahl an Flächen treffen, die dann durch ansiedlungswillige Unternehmen im Hinblick auf eigene betriebswirtschaftliche Erwägungen bewertet werden kann. Die planerischen Vorbehalte können von den Kommunen als Ansatzpunkt für die spätere bauleitplanerische Entwicklung der einzelnen Flächen verwendet werden.

Aus den hier dargestellten Untersuchungen ist zusätzlich ablesbar, in welchen Räumen eine Knappheit an geeigneten Potenzialflächen herrscht und wo eine planerische Bereitstellung von Flächen geboten ist. Dies betrifft in diesem Fall insb. die Standorttypen Gateway, Ballungsraumversorgung und industrielle Logistik für die Stadt Braunschweig.

Die Bewertung ist weiterhin durch die weitgehende Verwendung der Terzile größtenteils übertragbar, jedoch sollte immer auch die spezifische regionale Wirtschaftsstruktur und die Zusammensetzung des Flächenangebots beim Aufbau des Bewertungssystems berücksichtigt werden.

6.5 Modellhafte Evaluation der Flächenbewertung

Basierend auf einer vorherigen Version der Flächenbewertung, bei der neben den hier beschriebenen Standortfaktoren auch betriebswirtschaftliche Standortfaktoren berücksichtigt wurden (siehe dazu im Detail Leerkamp et al. 2022 und Thiemermann und Groß 2023), wurde zusätzlich am Beispiel der Lebensmittelbelieferung der großen Ketten des Lebensmitteleinzelhandels in der Metropolregion Rheinland überprüft, inwieweit die für den Standorttyp Ballungsraumversorgung gut bewerteten

Flächen zu einer Senkung der zur Filialbelieferung benötigten Fahrleistung beitragen können. Dazu wurden zunächst die bestehenden Filialbelieferungsprozesse simuliert, und im zweiten Schritt ein Szenario gerechnet, indem bestehende Regionallager durch gut bewertete Potenzialflächen ersetzt wurden.

Zur Ermittlung relevanter Tourenparameter (u. a. die tägliche Anzahl beliefelter Filialen pro Fahrzeug und Lieferzeitbeschränkungen) wurden Expert*inneninterviews mit Logistikverantwortlichen einzelner Ketten geführt. Im Ergebnis wurde u. a. die Belieferung mit trockenen und gekühlten Waren getrennt modelliert. Die Standorte der existierenden Lager sowie Filialen wurden aus OpenStreetMap entnommen und händisch validiert (Groß und Thiernemann 2023).

Für das Szenario, das der Ermittlung möglicher Einsparungen durch planerisch bereitgestellte Flächen dient, wurde zunächst festgelegt, dass die Anzahl an Lagern für jede Kette derjenigen in der Realität entsprechen muss. Für den möglichen Austausch von Lagern durch gut bewertete Potenzialflächen wurden Cluster von Filialen (Methode: k-means) gebildet, deren Anzahl den bestehenden Lagern der jeweiligen Kette entspricht. Die Potenzialfläche oder das bestehende Lager, das zu allen Filialen eines Filialclusters die in Summe kürzeste Distanz hat, wird dann für dieses Cluster im Szenario als Lager verwendet. Im Ergebnis werden von den 28 bestehenden Lagern 24 durch Potenzialflächen ersetzt. (Groß und Thiernemann 2023)

Mit diesen geänderten Lagerstandorten wurde dann ebenfalls die Filialbelieferung simuliert, die weiteren Tourenparameter entsprechen ebenfalls den in den Expert*inneninterviews ermittelten. Im Ergebnis kann in diesem Szenario hierdurch bei den großen Lebensmittel-Discounter zwischen 1 % und 22 % der zur Filialbelieferung nötigen Fahrleistung eingespart werden (Groß und Thiernemann 2023). Das heißt, eine planerische Vorauswahl/Bereitstellung von Logistikflächen trägt nicht nur dazu bei, raumverträglichere Standorte zu ermitteln, sondern kann auch zu einer nachhaltigeren Abwicklung des Güterverkehrs insgesamt beitragen, da Fahrleistung und damit Emissionen eingespart werden können.

7 Zusammenfassung und Reflexion

Im Folgenden wird die Arbeit zusammengefasst, deren wissenschaftlicher Beitrag sowie ihre Grenzen dargestellt, weitere Forschungsbedarfe aufgezeigt sowie ein Fazit gezogen.

7.1 Zusammenfassung der Arbeit

Handlungsbedarf

Aus den folgenden Gründen besteht planerischer Handlungsbedarf für ein Aufgreifen der Logistik und des von ihr erzeugten Güterverkehrs durch die Raumordnung und Verkehrsplanung auf regionaler Ebene:

- die Logistik ist ein relevanter Flächenverbraucher
- die Logistik ist wichtiger Standortfaktor
- die Logistik ist Emittent negativer Externalitäten (wie Lärm)
- die Standortwahl hat große Bedeutung für die Umsetzung der Verkehrswende
- Wachstum des Onlinehandels und dessen Raumwirkungen

Die bisher vorliegende Literatur kommt zu dem Schluss, dass insb. in der Raumordnung die Logistik bislang nicht als Handlungsfeld gesehen wird. Darüber hinaus gibt es wenige Untersuchungen zur Adressierung von Logistikstandorten in Raumordnungsplänen sowie in informellen Plankonzepten auf Regions- bzw. Landesebene.

Hinsichtlich der Untersuchung von Raumstrukturen der Logistik liegen international in umfangreichem Maße Untersuchungen vor. Eine Übersicht zu genutzten Methoden und insb. verwendeten Datengrundlagen liegt nur in Teilen vor. U. a. aus Gründen der Datenverfügbarkeit gibt es in Deutschland bislang v. a. aggregierte Untersuchungen von Logistikimmobilien auf NUTS 3-Ebene bzw. Gemeindeebene. Auch eine empirische Untersuchung von Standortfaktoren für Logistikunternehmen, die ebenfalls erreichbarkeitsbezogene Standortfaktoren miteinbezieht, liegt in Deutschland bislang nicht vor.

In der Verkehrsnetzplanung liegen mit den „Richtlinien für integrierte Netzgestaltung“ (RIN) bislang lediglich für den Personenverkehr ein konzeptionelles Vorgehen für den Aufbau von Verkehrsnetzen vor. Übergeordnetes Ziel der Arbeit ist daher, für die regionale Planungsebene konzeptionelle Grundlagen für die Gestaltung von Güterverkehr und Logistik zu erarbeiten und dabei die genannten offenen Forschungsbedarfe zu adressieren.

Derzeitige Verankerung von Güterverkehr und Logistik in bisherigen Plankonzepten

Zunächst wurde dazu die Verankerung von Güterverkehr und Logistik in Raumordnungsplänen und informellen Plankonzepten untersucht.

Bei der Auswertung der Raumordnungspläne zeigte sich, dass in der Hälfte der regionalen Raumordnungspläne Planungsinstrumente zur Steuerung von Logistikstandorten angewendet werden. In einzelnen Regionalplänen werden dabei ausschließlich abgegrenzte Logistiksegmente planerisch adressiert (z. B. Ansiedlung hafenaffines Gewerbe im Umfeld von Häfen). Die Sicherung von Logistikinfrastruktur ist hingegen deutlich etablierter und findet in fast allen Plänen statt. Standortsteuerung von Logistik in regionalen Raumordnungsplänen findet statt, wenn:

- Logistik als wirtschaftlicher Schwerpunkt definiert wird (Nordhessen, Region Hannover)
- Logistik als relevant für die Funktionsfähigkeit der regionalen Wirtschaft betrachtet wird (Region Stuttgart)
- die Standortsteuerung durch landesplanerische Vorgabe gefordert wird (NRW, Niedersachsen, Hessen)

Analog zu den deutschen Beispielen wird bei den betrachteten internationalen Raumordnungsplänen (Kantone Bern, Zürich und Île-de-France) die Sicherung von Logistikinfrastruktur umgesetzt. Eine Standortsteuerung von Logistikflächen findet lediglich im Kanton Bern statt.

Die untersuchten informellen Konzepte, die in nur in geringem Maße vorliegen, stellen lediglich in Ausnahmefällen einen Bezug zur förmlichen Raumordnung her. Weiterhin unterscheiden sich die Konzepte erheblich in der Durchführung des Planungsprozess, des Untersuchungsteils sowie der untersuchten/vorgeschlagenen Maßnahmen.

Die untersuchten internationalen Konzepte (Kantone Bern, Zürich und Île-de-France) hingegen stellen alle einen Bezug zur Raumordnung her. Insb. die Schweizer Konzepte dienen als konzeptionelle Grundlage für die Sicherung von Logistikstandorten im Rahmen der förmlichen Raumordnung. Insgesamt ist erkennbar, dass bei diesen die Integration von Logistik in die Raum- und Verkehrsplanung stärker verankert ist als in Deutschland, wo eher eine Trennung der Planungsdisziplinen typisch ist.

Zusätzlich wurden einzelne internationale Planempfehlungen ausgewertet. Insb. die US-amerikanischen Freight-efficient land-use plans (FELU) sind hier zu erwähnen. Diese setzen eine integrierte Betrachtung von Raum- und Verkehrsplanung um und stellen mittels der vorgeschlagenen Maßnahmen auch Bezüge zur Raumordnung her. Im Analyseteil werden zudem die Auswirkungen der Standortstrukturen von Verkehrserzeugern auf den Güterverkehr untersucht.

Entwicklung eines Planungsprozesses

Basierend auf den Ergebnissen der vorherigen Untersuchungen wurde ein Planungsprozess für die Erarbeitung eines informellen **regionalen Güterverkehrs- und Logistikflächenkonzeptes** abgeleitet. Dies erfolgt anknüpfend an die bisherigen Empfehlungen für Verkehrsplanungsprozesse (EVP 2018). Wesentliche ergänzte Aspekte sind die folgenden:

- Entwicklung eines grundlegenden übergreifenden Standortraumkonzeptes (*Zentrale Orte des Güterverkehrs*) als güterverkehrsspezifischer räumlicher Orientierungsrahmen
- Dauerhafte Raumb Beobachtung von Logistikstandorten als Teil der *Orientierung*
- Prognose von Logistikflächenbedarfen mit Einbindung von Logistikimmobilienentwicklungsgesellschaften und Problemfokus auf planungs- und unternehmensbezogene Aspekte im Zuge der *Problemanalyse*
- Abschätzung resultierender Güterverkehre auf Basis der geografischen Verteilung der wirtschaftlichen Aktivität ebenfalls im Zuge der *Problemanalyse*
- Übernahme verkehrsplanerischer koordinativer Aufgaben sowie Sicherung von Logistikstandorten als vorgeschlagene relevante *Maßnahmen*

Umsetzung einzelner Elemente des Planungsprozesses

Als Teil des zuvor entwickelten Planungsprozesses wurden dann beispielhaft einzelne Elemente angewendet und zusätzlich Forschungsbedarfe adressiert. Dies sind im Einzelnen die **Raumbeobachtung, die Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs** sowie die **Qualifizierung geeigneter Logistikstandorte**.

Raumbeobachtung

Einführend wurde zunächst ein Überblick über die vielfältigen Datengrundlagen (u. a. Unternehmens-/Beschäftigtendaten, den Aufbau eigener Datenbanken) und genutzten Methoden (u. a. geostatistische Methoden, Clusteranalysen) zur Untersuchung von Raumstrukturen der Logistik gegeben. Im Ergebnis zeigen die Studien, dass die Autobahnanbindung der derzeit relevanteste anbindungsbezogene Standortfaktor ist. Bei den ortsbezogenen Standortfaktoren ist die Nähe zu Bevölkerungsschwerpunkten/Absatzgebieten am wichtigsten. Bei ressourcenbezogenen Standortfaktoren wird insb. auf den Grundstückspreis verwiesen, der auch als einer der größten Treiber für den logistics sprawl gilt. Bemerkenswert aus planerischer Sicht ist insbesondere die Bedeutung der regionalen Flächenausweisung, denn damit ist erkennbar, dass die Planung mit einer gezielten Ausweisung steuernd in die Ansiedlung von Logistik eingreifen kann.

Zusätzlich wurden zwei eigene Ansätze zur Beschreibung der Raumstruktur der Logistik am Beispiel der Metropolregion Rheinland umgesetzt. Dazu wurden Logistikflächen identifiziert und unter Nutzung weiterer raumstruktureller Variablen und geostatistischer Methoden weitergehend untersucht mit dem Ziel, die in der Literatur genannten Standortfaktoren für den Untersuchungsraum zu validieren. Zusätzlich wurde unter Nutzung von Beschäftigtendaten ein deskriptiver Ansatz verfolgt, um über einen Zeitraum von 13 Jahren die Veränderung der Raumstruktur der Logistik beleuchten zu können.

Zusammenfassend zeigen die durchgeführten Untersuchungen, dass für die Raumbeobachtung der Logistik eine Identifizierung von Logistikflächen möglich ist, jedoch Schwierigkeiten bei der Datenqualität vorliegen, die auch von anderen Datenquellen (z. B. Bautätigkeitsstatistik) bekannt sind. Die Hotspot-Analyse auf Basis von 1 km²-Rasterzellen zeigt, dass sich die Hotspots der Logistikflächen v. a. auf drei Regionen/Einrichtungen konzentrieren:

- Metropolen/Regiopolen und deren Vororte
- entlang von Autobahnen in Gebieten mit flachem Relief (westlich von Köln/Düsseldorf und südlich von Mönchengladbach)
- große KV-Terminals/Häfen (vor allem Duisburg)

Die danach durchgeführten Korrelationsanalysen kommen zum Ergebnis, dass die Anzahl der Logistikunternehmen und die Anzahl der Beschäftigten für die verschiedenen Logistikbranchen auf Gemeinde- bzw. Kreisebene größtenteils signifikant und stark positiv miteinander sowie mit der jeweiligen Bevölkerungsdichte korreliert sind. Im Gegensatz zum Vorkommen von Logistikbetrieben und Logistikbeschäftigten weist die identifizierte Logistikfläche fast nur Korrelationen geringer Effektstärke auf. Die vielfach in der Literatur genannte Bedeutung niedriger Bodenpreise für Logistiksiedlungen kann durch die Korrelationsanalyse nicht bestätigt werden. Vielmehr finden sich hohe Beschäftigtenzahlen in der Logistik in Bereichen mit hohen Bodenrichtwerten.

Um mögliche Typen von Logistik-Hotspots identifizieren zu können, wurde danach auf Basis der identifizierten Logistik-Hotspots eine Clusteranalyse durchgeführt. Die im Ergebnis entstehenden Cluster 1. Metropolen, 2. ländlicher Raum/erweiterter suburbaner Raum und 3. Großstädte/verdichtete Vororte ermöglichen eine nachvollziehbare Einteilung der logistischen Hotspots. Die Beschäftigungs- und Unternehmensstruktur der Logistik, die Bevölkerungsdichte sowie die erreichbarkeitsbezogenen Standortfaktoren sind dabei diejenigen Standortfaktoren, nach denen sich die verschiedenen Cluster und damit die identifizierten Raumtypen der Logistik unterscheiden. Das Cluster, das Großstädte und verdichtete Vororte sowie die meiste identifizierte Logistikfläche beinhaltet, hat bei einer zentralen und guten Infrastrukturanbindung gleichzeitig eher niedrige Bodenpreise. Dies erklärt ebenfalls die uneindeutigen Ergebnisse der Korrelationsanalysen hinsichtlich der Bedeutung der Bodenpreise. Die Standortanforderungen der Cluster wurden zusätzlich auf existierende sowie potenzielle Logistikflächen übertragen. Dabei zeigt sich, dass das größte Flächenpotenzial im ländlichen/erweiterten suburbanen Raum zu finden ist, und daher perspektivisch von einer Wanderung der Logistik in Richtung Ballungsraumrand auszugehen ist.

Bei einer Zeitreihenbetrachtung von Beschäftigendaten in WZ-Abteilung 52 zur vereinfachten Überprüfung auf die Existenz von logistics sprawl ist erkennbar, dass zwischen 2006 und 2019 zwar eine geringfügige Wanderung der Beschäftigten weg von den Ballungsraumkernen stattgefunden hat, diese jedoch vor allem darauf zurückzuführen ist, dass sich das Beschäftigtenwachstum u. a. auf die als Oberzentrum ausgewiesenen Großstädte Krefeld und Mönchengladbach konzentriert hat.

Klassifizierung zentraler Orte des Güterverkehrs

Das zweite beispielhaft anzuwendende Element des hier entwickelten Planungsprozess stellt die **Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs (ZO_{Gv})** als übergreifendes Standortraumkonzept dar. Dies dient einerseits einer erstmaligen Verkehrsnetzplanung des Güterverkehrs und zusätzlich als räumliches Steuerungsinstrument für Logistiksiedlungen. Der gesonderte Bedarf für eine Klassifizierung begründet sich u. a. damit, dass die in der Raumordnung zugewiesene Zentralität einer Gemeinde nicht zwangsläufig der güterverkehrlichen Bedeutung entspricht (z. B. Leverkusen als bedeutsamer Chemiestandort ist als Mittelzentrum ausgewiesen).

Die bisher vorliegenden kleinräumigen Ansätze (Klemmer 2016, Leerkamp et al. 2019) wurden am Beispiel des Großraums Braunschweigs angewendet. Diese dienen vorrangig der empirischen Beschreibung von Standorträumen des Güterverkehrs und wenden lediglich in geringem Maße normative Festlegungen an. Bei Klemmer (2016) betrifft dies die nachrangige Einstufung privater Logistikstandorte, bei Leerkamp et al. (2019) die begründete Auswahl von kritischen Infrastrukturen (u. a. chemische Industrie) für die Klassifizierung hochrangiger ZO_{Gv}. Eine mögliche normative Bewertung wäre die Berücksichtigung der Raumverträglichkeit von Neuansiedlungen insb. bei Logistik. Bei der Anwendung beider Ansätze zeigt sich des Weiteren der Bedarf eine regionalspezifischen Betrachtung von Beschäftigtenzahlen in Produktion und Logistik anstelle einer bundesweiten Betrachtung.

Auf Basis dieser Anforderungen wurde analog zu Leerkamp et al. (2019) ein vierstufiger neuer Ansatz entwickelt, der Anforderungen herkömmlicher Zentrale-Orte-Konzepte aufgreift und relevante übergeordnete Rahmenbedingungen berücksichtigt. Hierzu gehört die Festlegung städtischer Knoten auf Ebene der transeuropäischen Verkehrsnetze (TEN-V) sowie die Anforderungen an die Sicherung

kritischer Infrastrukturen, die Bedeutung für den Güterverkehr haben (z. B. Lebensmittelindustrie). Zusätzlich werden Gemeinden betrachtet, die aufgrund ihres abgeschätzten Güteraufkommens eine große Bedeutung für den Güterverkehr haben (empirische Herleitung). Dabei wird zum einen das Verfahren von Klemmer (2016) angewendet, das ausgehend von der Bedeutung einzelner Gütergruppen im Hinblick auf Standortkonzentration, Transportweiten und Güteraufkommen relevante Einzelstandorte ermittelt. Zum anderen werden regionale Beschäftigungsschwerpunkte von Produktion und Logistik ermittelt, in denen eine absolute und relative Konzentration der Beschäftigung vorliegt (AREC-Regionen nach van den Heuvel et al. 2011). Da für die Gütergruppe der Konsumgüter (NST 04-06) keine Einzelstandorte ermittelbar sind, werden hier ebenfalls Bevölkerungsschwerpunkte mitaufgenommen, die für diese Gütergruppe das relevante Transportziel darstellen; diese werden der RegioStaR 17 entnommen.

Zusätzlich werden normative Festlegungen vorgenommen. Dies betrifft einerseits weitere logistische Knoten, wie KV-Terminals und Binnenhäfen, deren Gemeinden nicht im Rahmen der TEN-V als städtische Knoten definiert wurden, und andererseits Rangierbahnhöfe. Dies geschieht mit dem Ziel der Förderung einer Verkehrsverlagerung von der Straße auf die Schiene/auf die Wasserstraße. Aufgrund ihrer ausschließlichen Bedeutung für das System Schiene werden die Rangierbahnhöfe später lediglich bei der Verkehrsnetzbildung für den Schienengüterverkehr berücksichtigt. Teil der normativen Festlegungen ist zusätzlich ein Planungsvorbehalt für regionale Beschäftigungsschwerpunkte der Logistik, der zur Folge hat, dass eine mögliche Hochstufung von Gemeinden, die nach RegioStaR 17 als *kleinstädtischer, dörflicher Raum* klassifiziert sind, gesondert planerisch zu prüfen ist, da hier davon auszugehen ist, dass Logistiksiedlungen dort eher unverträglich sind.

Die Anwendung des so entwickelten Klassifizierungsschemas an den Beispielregionen Großraum Braunschweig und Metropolregion Rheinland zeigt, dass die herausgearbeiteten Überarbeitungsbedarfe adressiert werden (siehe Abbildung 61). Hervorzuheben ist hier der Planungsvorbehalt infolgedessen ein Vorort von Braunschweig mit einem hohen Anteil an Logistikflächen an der gesamten gewerblich-industriellen Fläche aufgrund seiner RegioStaR-Klassifizierung dennoch als D-Standort eingestuft wird.

Da u. a. eine Bewertung von einzelnen Güterverflechtungen im Hinblick auf die Bedeutung für die Funktionsfähigkeit von verbundenen Standorten nicht möglich ist, wird bei der konzeptionellen Verkehrsnetzentwicklung der Ansatz verfolgt, jeweils alle gleichrangig ausgewiesenen Zentralen Orte der Güterverkehrs miteinander zu verbinden sowie Anbindungen grundsätzlich immer an alle höheren Zentralen Orte umzusetzen.

Qualifizierung potenzieller Logistikflächen

Eine der relevantesten Maßnahmen eines Güterverkehrs- und Logistikflächenkonzepts ist die Ermittlung geeigneter Potenzialflächen für Logistiktutzung. Mit dieser Qualifizierung wird eine Vorauswahl von aus Sicht der Verkehrs- und Raumplanung potenziell für Logistik geeigneten Flächen getroffen. Die Auswahl der Standortfaktoren und ihre jeweilige Bewertung erfolgt hierbei u. a. unter Berücksichtigung der Anforderungen für die einzelnen Logistikimmobilienstandorttypen in Vereshomm und Weber (2019).

Folgende Gruppen von Standortfaktoren, die alle von der öffentlichen Hand beeinflussbar sind, wurden bei dem hier entwickelten Vorgehen berücksichtigt:

- institutionenbezogene Standortfaktoren (z. B. Flächenausweisung)
- anbindungsbezogene Standortfaktoren (z. B. Entfernung zur Autobahn)
- ressourcenbezogene Standortfaktoren (z. B. Arbeitskräfteverfügbarkeit, Verträglichkeit der Anbindung)
- ortsbezogene Standortfaktoren (z. B. Entfernung zu Kund*innen)

Zunächst wurden für die jeweiligen Logistikstandorttypen Standortanforderungen hinsichtlich orts-Standortfaktoren sowie anbindungsbezogener Standortfaktoren formuliert, da diese für einzelne Standorttypen notwendige Voraussetzungen für eine Ansiedlung darstellen. Hiermit wurde eine Grundgesamtheit der weiter zu untersuchenden Flächen erzeugt; z. B. sollen potenzielle Standorte der Regionalversorgung maximal 20 km Fahrstrecke von einem Oberzentrum entfernt sein. Im Zuge der Vorauswahl wurden auch Vorbehalts- bzw. Ausschlusskriterien hinsichtlich der Umfeldverträglichkeit (u. a. angrenzende Wohnbauflächen) und Verträglichkeit der Anbindungsstrecken (u. a. angrenzende Kindergärten) sowie hinsichtlich der zuvor erarbeiteten Klassifizierung der Zentrale Orte des Güterverkehrs berücksichtigt.

Für die verbleibenden Flächen wurde ein logistikstandorttypspezifisches Zielsystem entwickelt, das die Standortfaktoren in unterschiedlicher Gewichtung berücksichtigt. Allen Standorttypen ist gemein, dass die Arbeitskräfteverfügbarkeit (beinhaltet u. a. die Arbeitslosenquote) mit 50 % gewichtet wird. Für Standorte der Ballungsraumversorgung wird zusätzlich die Fahrzeit zum Oberzentrum sowie die Anbindung ans höherrangige Straßennetz für die Bewertung zugrunde gelegt.

Die Ergebnisse zeigen, dass mit der entwickelten Bewertung der Gewerbeflächenpotenziale für die einzelnen Logistikstandorttypen eine nachvollziehbare Flächenauswahl für die Regionalplanung erfolgt. Die planerischen Vorbehalte können von den Kommunen als Ansatzpunkt für die spätere bauleitplanerische Entwicklung der einzelnen Flächen verwendet werden. Eine modellhafte Evaluation eines ähnlichen Flächenbewertungssystems am Beispiel der Belieferung des Lebensmitteleinzelhandels zeigt des Weiteren, dass die qualifizierten Standorte zu einer Fahrleistungseinsparung beitragen können.

7.2 Wissenschaftlicher Beitrag

Die vorliegende Arbeit adressiert die Handlungsbedarfe einer interdisziplinären planerischen Bearbeitung von Logistik und resultierendem Güterverkehr auf regionaler Ebene. Bei der transformativen Erarbeitung des Planungsprozesses und der beispielhaften Anwendung ausgewählter Elemente werden gleichzeitig auch relevante Forschungsbedarfe adressiert.

Die Arbeit gibt einen beispielhaften Einblick in die derzeitige Verankerung von Güterverkehr/Logistik in regionalen informellen Konzepten sowie (über-)regionalen Raumordnungsplänen und greift gleichzeitig auch einzelne internationale Beispiele sowie Planungsvorgaben auf. Auf Basis dieser Erkenntnisse wird ein Planungsprozess entwickelt, der anschlussfähig an aktuelle Regelwerke der Verkehrsplanung (hier insb. EVP) ist und gleichzeitig aktuelle Erkenntnisse miteinbezieht.

Bei der Durchführung der beispielhaften Elemente des entwickelten Planungsprozesses **Raumbeobachtung der Logistik**, die **Klassifizierung Zentraler Orte des Güterverkehrs** sowie die **Qualifizierung geeigneter Logistikstandorte** werden ebenfalls Forschungsbedarfe adressiert.

Im Zuge der **Raumbeobachtung der Logistik** wird ein Überblick über bislang in der Literatur genutzte Methoden und Datengrundlagen bei der Untersuchung der Raumstrukturen von Logistik gegeben. Ebenfalls werden vorhandene Arbeiten für deutsche Untersuchungsräume in internationale Methodenübersichten eingeordnet. Darüber hinaus wird ein Überblick über empirische Ergebnisse in der Literatur gegeben und mit diskutierten Trends bei Logistikansiedlungen zusammengeführt. Zusätzlich werden Logistikflächen auf kleinräumiger Ebene identifiziert und erstmals in deutschen Untersuchungen auch auf dieser kleinräumigen Ebene untersucht. Diese Untersuchung erfolgt dabei unter Nutzung geostatistischer Methoden und Einbeziehung erreichbarkeitsbezogener Standortfaktoren. Die empirische Untersuchung von Standortfaktoren findet in der Form ebenfalls erstmals in Deutschland statt, knüpft an aktuelle internationale Untersuchungen an und hat auch planerische Relevanz. Die Identifizierung unterschiedlicher Raumtypen von Logistik-Hotspots im Zuge einer Cluster-Analyse ergänzt die Erkenntnisse der durchgeführten Korrelationsanalysen zur Wichtigkeit einzelner Standortfaktoren und liefert ebenfalls hilfreiche Erkenntnisse zu unterschiedlichen Ansiedlungstypen von Logistik. Für die Gegenüberstellung der Raumstrukturen des vorhandenen Gewerbeflächenpotenzials mit den zuvor existierenden Logistikflächen zur Abschätzung zukünftiger Ansiedlungsstrukturen ist kein vergleichbares Beispiel in der Literatur bekannt. Die deskriptive Untersuchung des Trends *logistics sprawl* auf Basis einer Zeitreihe von Beschäftigendaten ist erst die zweite Untersuchung zu diesem Phänomen in Deutschland.

Im Rahmen der Entwicklung einer neuen Klassifizierung der **Zentrale Orte des Güterverkehrs (ZO_{GV})** wird zunächst ein Überblick über bislang durchgeführte Ansätze für unterschiedliche Raumaggregate gegeben und dann auf kleinräumige, auf Ebene der Verwaltungsgemeinschaften basierende Ansätze fokussiert. Im hier entwickelten Ansatz werden Vorgaben aus herkömmlichen Zentrale-Orte-Konzepten und zu beachtenden übergeordneten Rahmenbedingungen (z. B. städtische Knoten europäischer Verkehrsnetze) aufgegriffen. Ersteres betrifft u. a. die Trennung von empirischer Ermittlung relevanter güterverkehrlicher Zentralität und normativen Festlegungen. Bei der empirischen Ermittlung werden regionale Beschäftigungsschwerpunkte in Logistik/Produktion miteinbezogen und somit regionale Besonderheiten in der Wirtschaftsstruktur berücksichtigt. Teil der normativen Festlegung ist ein Planungsvorbehalt für hochrangige Einstufungen in ländlichen Gebieten zur Sicherstellung von Raumverträglichkeit. Somit wird den ZO_{GV} neben ihrer Funktion als konzeptionelle Grundlage für die Verkehrsnetzplanung zusätzlich eine Bewertungsfunktion bei Logistikansiedlungen zugewiesen. Im Anschluss werden ebenfalls allgemein anwendbare Verknüpfungsregeln für die konzeptionelle Verkehrsnetzentwicklung formuliert.

Im Zuge der **Qualifizierung von Logistikflächen** werden relevante Standortfaktoren aus Sicht der Raumordnung berücksichtigt. Die Flächenbewertung erfolgt getrennt für unterschiedliche Logistikstandorttypen. Gleichzeitig werden Erreichbarkeiten zu relevanten Fahrtzielen sowie die Raumverträglichkeit des Standorts selbst (Umfeldverträglichkeit) und die Verträglichkeit der Anbindungsstrecken berücksichtigt. Zusätzlich erfolgt eine Verknüpfung mit obigem Ansatz der ZO_{GV} zur gemeindespezifischen Bewertung der jeweiligen Ansiedlung.

7.3 Grenzen der Arbeit

Zunächst ist darauf hinzuweisen, dass die hier durchgeführte **Untersuchung zur aktuellen Verankerung von Güterverkehr und Logistik** in den relevanten Planungsinstrumenten von Verkehrs- und Raumordnung, insb. in Bezug auf die Untersuchung der Raumordnungspläne nur einen kleinen Teil aller Regionalpläne abdeckt. Der Abgleich mit der bestehenden Literatur zeigt jedoch, dass die vorliegende Arbeit deren Ergebnisse im Wesentlichen bestätigt.

Hinsichtlich des entwickelten **Planungsprozesses** ist zuerst zu berücksichtigen, dass hier der Fokus auf den planerisch-konzeptionellen Teil gelegt wird und nicht auf die spätere Umsetzung. Des Weiteren ist zu beachten, dass die einzelne Elemente auf unterschiedliche Beispielregionen angewendet werden. Für die Überprüfung der Wirksamkeit des Prozesses ist zum einen eine komplette Anwendung in einer Region notwendig und zum anderen eine anschließende Evaluation der später umgesetzten Maßnahmen. Hinsichtlich der Problemanalyse ist weiterhin zu erwähnen, dass u. a. die Anwendung von Verkehrsmodellen, mit denen auch eine Szenariobetrachtung für viele Maßnahmen möglich wäre und die derzeit umfangreichen Entwicklungen unterliegt (Integration von Güterverkehr in multiagentenbasierte Verkehrsmodelle; siehe dazu z. B. Ewert et al. 2021), hier lediglich angerissen wird.

Ebenso erfolgt die Entwicklung und Anwendung der **ZOGv** hier zunächst als konzeptionelle Grundlage für die Bildung von Luftliniennetzen ohne die Durchführung der weiteren Prozesse der Ausweisung von Verkehrsnetzen gemäß RIN.

Hinsichtlich der **Qualifizierung von Logistikflächen** gilt das Gleiche wie bereits im Hinblick auf den Planungsprozess dargestellt. Das Vorgehensmodell wurde zwar in praxisorientierten Projekten entwickelt und erprobt (dazu Leerkamp et al. 2023), jedoch ist bislang ein konkretes Aufgreifen im Sinne der Sicherung von Logistikstandorten in Raumordnungsplänen oder Berücksichtigung als informelles Konzept nicht erfolgt. Mögliche sich daraus ergebende Verbesserungsbedarfe sind somit noch nicht bekannt. Ebenso werden hier keine Empfehlungen zum Umgang mit Logistikansiedlungen auf kommunaler Ebene gegeben, auf der im Zuge der Bebauungsplanung kleinteilige und rechtlich bindende Vorgaben möglich sind.

7.4 Weiterer Forschungsbedarf

Der weitere Forschungsbedarf wird ebenfalls entlang der einzelnen Kapitel erarbeitet.

Hinsichtlich der **Untersuchung von konzeptionellen Plänen und Raumordnungsplänen** in puncto Adressierung von Güterverkehr und Logistik könnten weitere Pläne ausgewertet werden. Des Weiteren könnten ebenfalls weitere Pläne anderer Planungssysteme untersucht werden. Denkbar wäre ebenfalls eine Evaluation von Plänen in internationalen Planungssystemen, in denen die planerische Adressierung von Güterverkehr und Logistik bereits etabliert ist, wie z. B. in der Schweiz.

Bei der konkreten Umsetzung des **Planungsprozesses** sollten unterschiedliche Datenquellen auf ihre Anwendbarkeit untersucht werden. Dies betrifft zum einen die dem Bundesverkehrswegeplan zugrunde gelegten Verkehrsprognose 2040, deren Raumaggregate kleiner als NUTS3-Ebene sind. Andererseits ist die Eignung von floating car data (fcd) zu untersuchen, die die Möglichkeit bieten, reale Fahrtbeziehungen regional relevanter Verkehrserzeuger (z. B. Werke der Automobilindustrie)

abzubilden. Des Weiteren können auch neuartige Verkehrsmodelle (z. B. multiagentenbasierte Verkehrsmodelle) im Zuge des Planungsprozesses eingesetzt werden.

Wie bereits dargestellt, sollten umgesetzte Planungsprozesse und Maßnahmen evaluiert werden, um sowohl den Planungsprozess ggf. verbessern zu können als auch Informationen zur Wirksamkeit zu gewinnen. Die betrifft zum Beispiel die reale Wirkung von einer planerisch gesteuerten Standortauswahl für Logistik.

Bei der **Raumbeobachtung** ergibt sich u. a. der Bedarf nach einer weiteren Validierung der ermittelten Logistikimmobilienstandorte, da wie beschrieben die Zuordnung der Gebädefunktion lokal uneinheitlich ist. Dies kann z. B. unter Nutzung von OpenStreetMap geschehen. Des Weiteren können im Fall zukünftiger Veröffentlichungen von Strukturdaten wie Beschäftigtenzahlen für Raumeinheiten unterhalb der Gemeindeebene die dargestellten Korrelationsanalysen durchgeführt werden. So können z. B. in den Niederlanden Beschäftigtenzahlen auf Ebene einzelner Firmen und damit auch Logistikimmobilien erhalten werden (dazu Nefs et al. 2023). Darüber hinaus ist eine kleinräumige Betrachtung der identifizierten Logistikflächen über einen längeren Zeitraum wünschenswert, wie sie in vielen anderen Arbeiten, z. B. in Dablanc et al. (2014), bereits durchgeführt wurde. Derzeit sind die in dieser Arbeit verwendeten Hausumringe mit Angabe der Gebädefunktion in NRW ab 2020 frei zugänglich. Zusätzlich wäre eine Differenzierung der identifizierten Logistikimmobilien nach einer Typologie wie z. B. in Heitz et al. (2019) oder Veres-Homm und Weber (2019) hilfreich, um Unterschiede nach der spezifischen Logistikimmobiliennutzung festzustellen und ggf. Vergleich zu vorliegenden Untersuchungen durchzuführen. Bezogen auf den hier dargestellten Untersuchungsraum Metropolregion Rheinland sind schließlich grenzüberschreitende Effekte bei Logistikimmobilien und -beschäftigung zu untersuchen, da umfangreiche Logistikansiedlungen in grenznahen niederländischen Gemeinden vorhanden sind und starke wirtschaftliche Verflechtungen zwischen beiden Ländern vorliegen. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass die im Zuge der multiplen Krisen diskutierten Handelsstrategien ebenfalls Auswirkungen auf die Raumstruktur der Logistik haben und daher absehbar ebenfalls ein relevantes Untersuchungsfeld darstellen.

Hinsichtlich der **Klassifizierung der Zentralen Orte des Güterverkehrs (ZOGV)** erfolgt wie bereits beschrieben hier zunächst die konzeptionelle Grundlegung mit der Klassifizierung von Verwaltungsgemeinschaften sowie der Formulierung von Verknüpfungsregeln für den konzeptionellen Aufbau eines Verkehrsnetzes für den Straßengüterverkehr. Die Anwendung der Klassifizierung sowie der Verknüpfungsregeln ist in der Praxis zu erproben. Weitergehend müssen die von Klemmer (2016) vorgeschlagenen Stufen der Angebotsqualität validiert werden sowie der konzeptionelle Aufbau eines Verkehrsnetzes für die Verkehrsträger Schiene und Binnenschiff erfolgen.

Hinsichtlich der **Qualifizierung von Logistikflächen** sollte ebenfalls eine Evaluation z. B. im Hinblick auf mögliche Fahrleistungseinsparungen stattfinden, sofern diese Maßnahme umgesetzt wird. Zudem sollte hier untersucht werden, welche Art der Qualifizierung/Sicherung die effektivere für das Erreichen eines nachhaltigeren Güterverkehrs ist.

7.5 Fazit

Die vorliegende Arbeit hat unter Bezugnahme auf die Auswertung von Raumordnungsplänen und vorliegenden regionalen informellen Konzepten zu Güterverkehr und Logistik einen Verkehrs- und

Raumplanung integrierenden Planungsprozess entwickelt, der diese bislang bestehende Lücke im Planungssystem schließt, die ein wesentliches Hindernis für die Umsetzung der Verkehrswende und das Flächensparen darstellt. Denn bislang liegt in Deutschland eine Trennung der Planungsdisziplinen Verkehrs- und Raumplanung vor. Beispielhafte Elemente des Planungsprozesses wurden angewendet und zusätzlich insb. für die Raumb Beobachtung ein umfangreicher Methodenüberblick gegeben.

Insgesamt zeigt sich, dass angesichts der unbestrittenen regionalen Bedeutung des Güter-, aber auch des Personenverkehrs sowie der notwendigen Verknüpfung mit der Raumplanung, deren strategische Handlungsebene die Region ist, folglich eine Kompetenzverschiebung von Planungsaufgaben auf die regionale Ebene im Bereich der Verkehrsplanung geboten ist, die über die bisher vielfach ausschließlich mögliche Übernahme koordinativer/interkommunaler Aufgaben hinaus geht. Dies kann z. B. über die Übertragung der Zuständigkeit der Straßenbaulastträgerschaft auf die Region geschehen sowie die Übertragung der Verantwortlichkeit für regionalen Schienengüterverkehr auf die vielfach bereits existierenden regional organisierten Aufgabenträger des SPNV umgesetzt werden. Darüber hinaus wäre eine rechtlich vorgeschriebene Überprüfung großer Logistikansiedlungen auf ihre Raumverträglichkeit, so wie sie bereits heute durch Raumordnungsverfahren für den Neubau von Terminals des kombinierten Verkehrs umzusetzen ist, wünschenswert.

8 Literaturverzeichnis

Agora Verkehrswende (2020): Liefern ohne Lasten. Wie Kommunen und Logistikwirtschaft den städtischen Güterverkehr zukunftsfähig gestalten können. Unter Mitarbeit von Bert Leerkamp, Andre Thiernemann, Tim Holthaus, Marian Schlott, Wolfgang Aichinger und Paul Wittenbrink. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/liefern-ohne-lasten/>.

Aifandopoulou, Georgia; Xenou, Elpida (2019): SUSTAINABLE URBAN LOGISTICS PLANNING. Topic Guide. Europäische Kommission.

Aljohani, Khalid; Thompson, Russell G. (2016): Impacts of logistics sprawl on the urban environment and logistics: Taxonomy and review of literature. In: *Journal of Transport Geography* 57, S. 255–263. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2016.08.009.

Allen, Julian; Browne, Michael; Woodburn, Allan; Leonardi, Jacques (2014): A Review of Urban Consolidation Centres in the Supply Chain Based on a Case Study Approach. In: *Supply Chain Forum: An International Journal* 15 (4), S. 100–112. DOI: 10.1080/16258312.2014.11517361.

Andreoli, Derik; Goodchild, Anne; Vitasek, Kate (2010): The rise of mega distribution centers and the impact on logistical uncertainty. In: *Transportation Letters* 2 (2), S. 75–88. DOI: 10.3328/TL.2010.02.02.75-88.

Assmann, Tom (2020): Integrierte Planungssystematik für nachhaltige urbane Logistik. Dissertation. Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

Backhaus, Klaus; Erichson, Bernd; Plinke, Wulff; Weiber, Rolf (2018): Multivariate Analysemethoden. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH (BVU); Intraplan Consult GmbH (2007): Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025.

Bezirksregierung Düsseldorf (2023): Regionalplan Düsseldorf. Online verfügbar unter <https://www.brd.nrw.de/themen/planen-bauen/regionalplanung/regionalplan-duesseldorf-rpd-planwerk-und-aenderungsverfahren-2>, zuletzt geprüft am 19.12.2023.

Bezirksregierung Köln (2021a): Bodenrichtwerte NRW 2021. Online verfügbar unter https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/infrastruktur_bauen_wohnen/boris/BRW/BRW_2020_EPSG25832_Shape.zip.

Bezirksregierung Köln (2021b): Regionalplan Köln. Entwurf 2021. Online verfügbar unter <https://www.bezreg-koeln.nrw.de/themen/kommunales-planung-bauen-und-verkehr/regionalplanung/neuaufstellung-regionalplan-koeln-0>, zuletzt geprüft am 19.12.2023.

Bisnode Deutschland (o. J.): HOPPENSTEDT Firmendatenbank.

Bjørgen, Astrid; Fossheim, Karin; Macharis, Cathy (2021): How to build stakeholder participation in collaborative urban freight planning. In: *Cities* 112, S. 103149. DOI: 10.1016/j.cities.2021.103149.

Blotevogel, Hans Heinrich (2002): Fortentwicklung des Zentrale-Orte-Konzepts. Hannover: Akad. für Raumforschung und Landesplanung (Forschungs- und Sitzungsberichte / ARL, 217).

Bosserhoff, Dietmar (2000): Integration von Verkehrsplanung und räumlicher Planung. Teil 2: Abschätzung der Verkehrserzeugung durch Vorhaben der Bauleitplanung. Wiesbaden (HSW-Schriftenreihe, 42).

Bowen, John T. (2008): Moving places: the geography of warehousing in the US. In: *Journal of Transport Geography* 16 (6), S. 379–387. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2008.03.001.

Buldeo Rai, Heleen; Kang, Sanggyun; Sakai, Takanori; Tejada, Carla; Yuan, Quan; Conway, Alison; Dablan, Laetitia (2022): ‘Proximity logistics’: Characterizing the development of logistics facilities in dense, mixed-use urban areas around the world. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 166, S. 41–61. DOI: 10.1016/j.tra.2022.10.007.

bulwiengesa AG (2015): Logistik und Immobilien 2015. Schwerpunkt: Viele Perspektiven. Eine Studie. Hg. v. bulwiengesa AG. Online verfügbar unter https://www.logistik-und-immobilien.de/wp-content/uploads/2016/09/Bulwiengesa_Logistikstudie_2015_DE_Screen.pdf, zuletzt aktualisiert am 2015, zuletzt geprüft am 02.01.2024.

bulwiengesa AG (2016): Logistik und Immobilien 2016. Schwerpunkt: Große Nachfrage. hohe Ansprüche. Hg. v. bulwiengesa AG. Online verfügbar unter https://www.logistik-und-immobilien.de/wp-content/uploads/2016/09/Bulwiengesa_Logistikstudie_2016_DE_Studie_Screen.pdf, zuletzt aktualisiert am 2016, zuletzt geprüft am 02.01.2024.

bulwiengesa AG (2017): Logistik und Immobilien 2017. Schwerpunkt: Citylogistik. Mit neuen Ideen in die Stadt. Hg. v. bulwiengesa AG. Online verfügbar unter https://www.logistik-und-immobilien.de/wp-content/uploads/2016/09/Bulwiengesa_Logistikstudie_2017_DE_Studie_Screen_Einzelseiten.pdf, zuletzt aktualisiert am 2017, zuletzt geprüft am 02.01.2024.

bulwiengesa AG (2018): Logistik und Immobilien 2018. Schwerpunkt: Jenseits des Hypes. Das »Brot- und Buttergeschäft« der Logistik. Hg. v. bulwiengesa AG. Online verfügbar unter <https://www.logistik-und-immobilien.de/wp-content/uploads/2018/10/Logistik-und-Immobilien-2018-Studie.pdf>, zuletzt aktualisiert am 2018, zuletzt geprüft am 02.01.2024.

bulwiengesa AG (2019): Logistik und Immobilien 2019. Schwerpunkt: Über Mangel und Bedarf. Hg. v. bulwiengesa AG. Online verfügbar unter https://www.logistik-und-immobilien.de/wp-content/uploads/2019/10/Bulwiengesa_Logistikstudie2019_Screen_.pdf, zuletzt aktualisiert am 2019, zuletzt geprüft am 02.01.2024.

bulwiengesa AG (2020): Logistik und Immobilien 2020. Schwerpunkt: Nachhaltig und Zukunftssicher. Hg. v. bulwiengesa AG. Online verfügbar unter https://www.logistik-und-immobilien.de/wp-content/uploads/2020/09/Bulwiengesa_Logistikstudie_2020_DE_Screen.pdf, zuletzt aktualisiert am 2020, zuletzt geprüft am 02.01.2024.

bulwiengesa AG (2021): Logistik und Immobilien 2021. Schwerpunkt: Werte. Hg. v. bulwiengesa AG. Online verfügbar unter https://logistik-und-immobilien.de/wp-content/uploads/2016/09/LuI_2021_Broschur_Doppelseiten.pdf, zuletzt aktualisiert am 2021, zuletzt geprüft am 02.01.2024.

bulwiengesa AG (2022): Logistik und Immobilien 2022. Schwerpunkt: Logistik in Deutschland und Europa – akute Herausforderungen und Chancen. Hg. v. bulwiengesa AG. Online verfügbar unter https://logistik-und-immobilien.de/wp-content/uploads/2016/09/Bulwiengesa_Logistikstudie2022_Doppelseiten_20230221.pdf, zuletzt aktualisiert am 2022, zuletzt geprüft am 02.01.2024.

bulwiengesa AG (2023): Logistik und Immobilien 2023. Schwerpunkt: Neue Normalität. Stabilität statt Sorglosigkeit. Hg. v. bulwiengesa AG. Online verfügbar unter https://logistik-und-immobilien.de/wp-content/uploads/2016/09/Bulwiengesa_Logistikstudie2023_DS.pdf, zuletzt aktualisiert am 2023, zuletzt geprüft am 02.01.2024.

Bundesagentur für Arbeit (2020): Klassifikation der Berufe 2010 - überarbeitete Fassung 2010. Band 1: Systematischer und alphabetischer Teil mit Erläuterungen. vorläufige Ausgabe. Nürnberg. Online verfügbar unter https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Statischer-Content/Grundlagen/Klassifikationen/Klassifikation-der-Berufe/KldB2010-Fassung2020/Printausgabe-KldB-2010-Fassung2020/Generische-Publikationen/KldB2010-PDF-Version-Band1-Fassung2020.pdf?__blob=publicationFile&v=8, zuletzt aktualisiert am 28.10.2021.

Bundesagentur für Arbeit (BA) (2020): Qualifikationsspezifische Arbeitslosenquoten (Jahreszahlen). Nürnberg. Online verfügbar unter https://statistik.arbeitsagentur.de/SiteGlobals/Forms/Suche/Einzelheftsuche_Formular.html?nn=20918&topic_f=alo-qualiquote.

Bundesagentur für Arbeit (BA) (2021): Sonderauswertung der Beschäftigtenaten. Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (SvB) am Arbeitsort (AO) für das Gebiet der Metropolregion Rheinland.

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBSR) (Hg.) (2012): Raumordnungsbericht. Bonn.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (o. J.): Kritische Infra-strukturen. Online verfügbar unter https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Kritische-Infrastrukturen/kritische-infrastrukturen_node.html, zuletzt geprüft am 20.09.2022.

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (o. J.): Geographische Gitter für Deutschland in Lambert-Projektion (GeoGitter Inspire). Online verfügbar unter <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/geographische-gitter-fur-deutschland-in-lambert-projektion-geogitter-inspire.html>, zuletzt geprüft am 03.11.2023.

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (2023): Verwaltungsgebiete 1:250 000 Stand 01.01. (VG250 01.01.). Online verfügbar unter

<https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/verwaltungsgebiete-1-250-000-stand-01-01-vg250-01-01.html>, zuletzt aktualisiert am 01.01.2023.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hg.) (2008): INKAR, Indikatoren und Karten zur Raumentwicklung, Erläuterungen zu den Raumbezügen.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (Hg.) (2005): Verkehr in Zahlen 2005/06. 34. Jahrgang. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Institut für Verkehrsforschung; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin e.V. (DIW).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (Hg.) (2014): Verkehrsverflechtungsprognose 2030. Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH (BVU); Intraplan Consult GmbH; Ingenieurgruppe IVV GmbH & Co. KG; Planco Verkehr + Umwelt GmbH Consult GmbH IVV GmbH & Co. KG; PLANCO Consulting GmbH.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (Hg.) (2019): Fahrrad-Monitor Deutschland 2019. Ergebnisse einer repräsentativen Online-Befragung. sinus. Online verfügbar unter https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/fahrradmonitor-2019-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt aktualisiert am 19.11.2021.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (Hg.) (2020): Verkehr in Zahlen 2020/21. 49. Jahrgang. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Institut für Verkehrsforschung; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin e.V. (DIW). Online verfügbar unter https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/verkehr-in-zahlen-2020-pdf.pdf?__blob=publicationFile.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (Hg.) (2021): Verkehr in Zahlen 2021/22. 50. Jahrgang. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Institut für Verkehrsforschung; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin e.V. (DIW).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (Hg.) (2023): Verkehr in Zahlen 2023/24. 52. Jahrgang. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Institut für Verkehrsforschung; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin e.V. (DIW).

Bundesregierung (2021a): Antwort der Bundesregierung. auf die Kleine Anfrage Abgeordneten Dr. Christian Jung, Frank Sitta, Torsten Herbst, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP - Drucksache 19/26153 -. Zukunft der Rangierbahnhöfe. Online verfügbar unter <https://dserver.bundestag.de/btd/19/268/1926856.pdf>, zuletzt aktualisiert am 23.02.2021.

Bundesregierung (2021b): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/998194/1875176/3d3b15cd92d0261e7a0bcd8f43b7839/deutsche-nachhaltigkeitsstrategie-2021-langfassung-download-bpa-data.pdf>, zuletzt aktualisiert am 10.03.2021, zuletzt geprüft am 23.10.2024.

Bury, Klaudia (2021): Clustering on PCA results. rpubs. Online verfügbar unter <https://rpubs.com/Bury/ClusteringOnPcaResults>.

Busch, Roland (2013): Logistikimmobilienstandorte in Deutschland – Raumstrukturen und räumliche Entwicklungstendenzen. Eine quantitative Untersuchung mit Hilfe der

Baufertigstellungs- und Beschäftigtenstatistik. Zugl.: Wuppertal, Univ., Diss., 2013. Münster, Westf: MV-Wissenschaft.

Christaller, Walter (1933): Die zentralen Orte in Süddeutschland: eine ökonomisch-geographische Untersuchung über die Gesetzmäßigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit städtischen Funktionen. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchges. Online verfügbar unter http://digitale-objekte.hbz-nrw.de/storage/2010/08/20/file_5/3868220.pdf.

Cidell, Julie (2011): Distribution Centers among the Rooftops: The Global Logistics Network Meets the Suburban Spatial Imaginary. In: *International Journal of Urban and Regional Research* 35 (4), S. 832–851. DOI: 10.1111/j.1468-2427.2010.00973.x.

Clausen, Uwe; Klukas, Achim; Stütz, Sebastian; Eiband, Agnes; Rüdiger, David; Zimmermann, Patrick et al. (2019): Integrierte Maßnahmen zur Verlagerung von Straßengüterverkehren auf den Kombinierten Verkehr und den Schienengüterverkehr. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). Dortmund.

Cohen, Jacob (1988): Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Hoboken: Taylor and Francis.

Cui, Jianqiang; Dodson, Jago; Hall, Peter V. (2015): Planning for Urban Freight Transport: An Overview. In: *Transport Reviews* 35 (5), S. 583–598. DOI: 10.1080/01441647.2015.1038666.

Dablanc, Laetitia; Ogilvie, Scott; Goodchild, Anne (2014): Logistics Sprawl: Differential Warehousing Development Patterns in Los Angeles, California, and Seattle, Washington. In: *Transportation Research Record* 2410 (1), S. 105–112. DOI: 10.3141/2410-12.

Dablanc, Laetitia; Raimbault, Nicolas (2015): Penser autrement la métropole logistique: questions d'aménagement et d'urbanisme. In: Laetitia Dablanc und Antoine Frémont (Hg.): La métropole logistique. Le transport de marchandises et le territoire des grandes villes. Paris: Armand Colin.

Dablanc, Laetitia; Rakotonarivo, Dina (2010): The impacts of logistics sprawl: How does the location of parcel transport terminals affect the energy efficiency of goods' movements in Paris and what can we do about it? In: *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 2 (3), S. 6087–6096. DOI: 10.1016/j.sbspro.2010.04.021.

Danielzyk, Rainer; Sondermann, Martin (2018): Informelle Planung. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) (Hg.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung. Ausgabe 2018. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Online verfügbar unter <https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/72361>.

Dehne, Peter (2002): Regionale Entwicklungskonzepte - Begriffsbestimmung und Funktionen. In: Karl-Dieter Keim und Manfred Kühn (Hg.): Regionale Entwicklungskonzepte. Strategien und Steuerungswirkungen. 1. Aufl. Hannover: ARL, Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Arbeitsmaterial / Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Nr. 287), S. 24–33.

Deuker, Eberhard; Hellat, Jaan; Kroll, Wolfgang (2010): Brennstoff, Brennstoffsystem und Fahrkonzept. In: Christof Lechner und Jörg Seume (Hg.): Stationäre Gasturbinen. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 491–519.

Deutsche Bahn AG (DB AG) (2017): Schnelles Güterkreuz mit Vergangenheit (5), S. 11.

Dittmer, Gonde (2002): Rationales Management. Komplexität Methodisch Meistern. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin / Heidelberg. Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6299023>.

Douglas, Martyn M. J. (2014): Handlungsoptionen der Raumentwicklung. In: *Informationen zur Raumentwicklung* (3), S. 229–238. Online verfügbar unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/izr/2014/3/Inhalt/DL_Douglas.pdf?__blob=publicationFile&v=1, zuletzt geprüft am 09.10.2021.

Drobe, Malte (2020): Vorkommen und Produktion mineralischer Rohstoffe - ein Ländervergleich (2020). Stand: Dezember 2019. Hg. v. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). Hannover. Online verfügbar unter https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/studie_Laendervergleich_2020.html.

Duany, Andrés; Talen, Emily (2002): Transect Planning. In: *Journal of the American Planning Association* 68 (3), S. 245–266. DOI: 10.1080/01944360208976271.

DVZ Redaktion (2020): Nikutta: Kein neues Mora C. In: *Deutsche Verkehrszeitung (DVZ)*, 31.01.2020. Online verfügbar unter <https://www.dvz.de/rubriken/land/schiene/detail/news/nikutta-kein-neues-mora-c.html>, zuletzt geprüft am 28.07.2023.

Eichhorn, Sebastian; Diller, Christian; Pehlke, David (2023): Die Entwicklung der Regulierungsintensität der deutschen Regionalpläne von 1985 bis 2017. Ein empirischer Beitrag zur Diskussion um den Bedeutungsverlust der Raumordnung. In: *RuR* 81 (3), S. 207–224. DOI: 10.14512/rur.941.

Eisold, Jan; König, Rainer; Clausen, Uwe (2019): Eisenbahnbetrieblich basiertes Verfahren zur robusten Betriebsplanung in Zugbildungsbahnhöfen. Thesis. Technische Universität Dresden. Online verfügbar unter <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa2-733028>; <https://tud.qucosa.de/id/qucosa%3A73302>; <https://tud.qucosa.de/api/qucosa%3A73302/attachment/ATT-0/>.

Europäische Kommission (2021): Vorschlag für eine VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über Leitlinien der Union für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes, zur Änderung der Verordnung (EU) 2021/1153 und der Verordnung (EU) Nr. 913/2010 und zur Aufhebung der Verordnung (EU) 1315/2013. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX:52021PC0812>.

eurostat (o. J.): NUTS - Systematik der Gebietseinheiten für die Statistik. Lokale Verwaltungseinheiten (LAU). Online verfügbar unter

<https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/nuts/local-administrative-units>, zuletzt geprüft am 05.09.2022.

Ewert, Ricardo; Grahle, Alexander; Martins-Turner, Kai; Syré, Anne Magdalene; Nagel, Kai; Göhlich, Dietmar (2021): Electrification of Urban Waste Collection: Introducing a Simulation-Based Methodology for Technical Feasibility, Impact and Cost Analysis. In: *WEVJ* 12 (3), S. 122. DOI: 10.3390/wevj12030122.

Farhauer, Oliver; Kröll, Alexandra (2009): Verfahren zur Messung räumlicher Konzentration und regionaler Spezialisierung in der Regionalökonomik. Passau: Gruppe der Volkswirtschaftlichen Professoren der Wirtschaftswiss. Fak. der Univ (Passauer Diskussionspapiere : [...], Volkswirtschaftliche Reihe, Nr. 58).

Flach, Lisandra; Schultz, Harald (2022): Deutsche Industrie verstärkt ihre Lagerhaltung. ifo Institut. Online verfügbar unter <https://www.ifo.de/pressemitteilung/2022-11-23/deutsche-industrie-verstaerkt-ihre-lagerhaltung>, zuletzt geprüft am 12.09.2023.

Flämig, Heike (2008): Logistik und Güterverkehr: Strukturwandel, Systemrenitenz und Nachhaltigkeit. In: WIG Wissenschaftliche Gesellschaft zum Studium Niedersachsens e. V. (Hg.): Neues Archiv für Niedersachsen, Bd. 1, S. 68–85.

Flämig, Heike (2022): Aufgaben des Güterverkehrs in Städten und Regionen. In: Thilo Becker, Volker Blees, Jan Deuster, Angela Francke, Oliver Mietzsch, Claudia Nobis et al. (Hg.): Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung. 93. Ergänzungslieferung Juli 2022. Heidelberg: Wichmann, S. 749–769.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2004): Hinweise für die Entwicklung von Güterverkehrszentren (GVZ). Ausg. 2004. Köln (FGSV, 140).

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2008): Richtlinien für integrierte Netzgestaltung. RIN. Ausgabe 2008. Köln: FGSV-Verl. (FGSV R1 - Regelwerke, 121).

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2013): Hinweise zur Verkehrsentwicklungsplanung. Köln.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2018): Empfehlungen für Verkehrsplanungsprozesse (EVP). Köln (FGSV R2 - Regelwerke, FGSV 116), zuletzt aktualisiert am 2018.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2020): Empfehlungen zur Konzeption und zum Einsatz von Verkehrsnachfragemodellen im Wirtschaftsverkehr: EVNM-WIV. Ausgabe 2020. Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V (FGSV). Online verfügbar unter https://digitale-objekte.hbz-nrw.de/storage2/2020/06/25/file_19/8876905.pdf.

Fossheim, Karin; Andersen, Jardar (2017): Plan for sustainable urban logistics – comparing between Scandinavian and UK practices. In: *Eur. Transp. Res. Rev.* 9 (4). DOI: 10.1007/s12544-017-0270-8.

Fürst, Dietrich (2010): Raumplanung. Herausforderungen des deutschen Institutionensystems. Detmold: Rohn (Planungswissenschaftliche Studien zu Raumordnung und Regionalentwicklung, 1).

Gäbler, Stefanie; Krause, Manuela; Rösel, Felix (2021): 15 000 Kilometer Bahnstrecken weniger als vor 70 Jahren in Deutschland- Ost und West gleichermaßen betroffen (4), S. 3–6. Online verfügbar unter https://www.wiso-net.de/document/IFOD__IFOD_20210801_003_01_04?ZG_PORTAL=portal_ebsco; https://www.wiso-net.de/document/IFOD__IFOD_20210801_003_01_04.

Gailing, Ludger; Hüesker, Frank; Kern, Kristine; Röhring, Andreas (2014): Die räumliche Gestaltung der Energiewende zwischen Zentralität und Dezentralität: Explorative Anwendung einer Forschungsheuristik. Booklet. In: 2014-0207. Online verfügbar unter <http://hdl.handle.net/10419/228581>.

Geobasis NRW (2020): WFS NW ALKIS Grundrissdaten vereinfachtes Schema. Online verfügbar unter https://www.wfs.nrw.de/geobasis/wfs_nw_alkis_vereinfacht?SERVICE=WFS&VERSION=2.0.0&REQUEST=GetCapabilities.

Geobasis NRW (2021): Hausumringe NW. Online verfügbar unter <https://open.nrw/dataset/3f08a580-48ec-43c1-936d-d62f89c21cc9>, zuletzt geprüft am 25.01.2022.

Georg, Achim; Biermann, Ulrike; Kuhlmann, Tamino; Koch, Michael; Weiland, Jochen (2020): Konzept regionalbedeutsamer Gewerbestandorte. KOREG. Hg. v. Regionalverband Großraum Braunschweig. Braunschweig.

Geppert, Anne (2018): Stadt- und Raumentwicklung Frankreich. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) (Hg.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung. Ausgabe 2018. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung.

Gertz, Carsten (2022): Weiterentwicklung der Verkehrsentwicklungsplanung. In: Thilo Becker, Volker Blees, Jan Deuster, Angela Francke, Oliver Mietzsch, Claudia Nobis et al. (Hg.): Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung. 93. Ergänzungslieferung Juli 2022. Heidelberg: Wichmann, S. 1345–1364, zuletzt geprüft am 04.01.2024.

Getis, Arthur; Ord, J. K. (1992): The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics. In: *Geographical analysis* 24 (3), S. 189–206. DOI: 10.1111/j.1538-4632.1992.tb00261.x.

Goppel, Konrad (2018): Landesplanung, Landesentwicklung. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) (Hg.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung. Ausgabe 2018. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung, S. 1307–1322. Online verfügbar unter <https://www.econstor.eu/handle/10419/225783>.

Greiving, Stefan; Flex, Florian; Terfrüchte, Thomas (2015): Vergleichende Untersuchung der Zentrale-Orte-Konzepte in den Ländern und Empfehlungen zu ihrer Weiterentwicklung. In: *RuR* 73 (4). DOI: 10.1007/s13147-015-0357-4.

Greiving, Stefan; Rainer, Winkel; Flex, Florian; Terfrüchte, Thomas (2014): Reform der Zentrale-Orte-Konzepte in den Ländern und Folgen für Siedlungsstruktur und Daseinsvorsorge. Hg. v. Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). Online verfügbar unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/refo/raumordnung/2013/ReformZentraleOrteKonzepte_Bundeslaender/EndberichtZentraleOrte.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

Groß, Florian; Thiernemann, Andre (2023): Saving vehicle kilometres travelled by providing suitable land for logistics - an exemplary approach for food retail chain. 5th VREF Conference on Urban Freight. Göteborg, 18.10.2023.

Guillain, Rachel; Julie Le Gallo; The Pennsylvania State University CiteSeerX Archives (2007): Agglomeration and dispersion of economic activities in Paris and its surroundings : An exploratory spatial data analysis, mimeo. Online verfügbar unter <http://leg.u-bourgogne.fr//documents-de-travail/e2007-01.pdf>.

Hangst, Matthias (2015): Regionalplanung im Bundesstaat. Die Rechtsstellung der Träger der Regionalplanung seit der Föderalismusreform I und dem Raumordnungsgesetz 2009 unter besonderer Berücksichtigung Baden-Württembergs. Berlin: Duncker & Humblot (Schriften zum Öffentlichen Recht, v.1306). Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=4561480>.

Hecht, Markus; Liedtke, Gernot; Peche, Florian (2020): CO₂-Minderung im Güterverkehr durch deutlichen Modal Shift. Hg. v. Netzwerk Europäischer Eisenbahnen e.V. und Verband der Güterwagenhalter in Deutschland. Berlin.

Heitz, Adeline (2021): The logistics dualization in question: Evidence from the Paris metropolitan area. In: *Cities* 119, S. 103407. DOI: 10.1016/j.cities.2021.103407.

Heitz, Adeline; Beziat, Adrien (2016): The Parcel Industry in the Spatial Organization of Logistics Activities in the Paris Region: Inherited Spatial Patterns and Innovations in Urban Logistics Systems. In: *Transportation Research Procedia* 12, S. 812–824. DOI: 10.1016/j.trpro.2016.02.034.

Heitz, Adeline; Dablanc, Laetitia (2015): Logistics Spatial Patterns in Paris. In: *Transportation Research Record* 2477 (1), S. 76–84. DOI: 10.3141/2477-09.

Heitz, Adeline; Dablanc, Laetitia; Tavasszy, Lorant A. (2017): Logistics sprawl in monocentric and polycentric metropolitan areas: the cases of Paris, France, and the Randstad, the Netherlands. In: *REGION* 4 (1), S. 93. DOI: 10.18335/region.v4i1.158.

Heitz, Adeline; Launay, Pierre; Beziat, Adrien (2019): Heterogeneity of logistics facilities: an issue for a better understanding and planning of the location of logistics facilities. In: *Eur. Transp. Res. Rev.* 11 (1), S. 1–20. DOI: 10.1186/s12544-018-0341-5.

- Hesse, Markus (1996): Stadtverträglicher Wirtschaftsverkehr im Bergischen Städtedreieck: Elemente einer regionalen Gesamtstrategie. In: Hans Boës und Markus Hesse (Hg.): Güterverkehr in der Region: Technik, Organisation, Innovation. Marburg: Metropolis-Verl. Online verfügbar unter https://www.wiso-net.de/document/ECON__261975935.
- Hesse, Markus (2004): LAND FOR LOGISTICS: LOCATIONAL DYNAMICS, REAL ESTATE MARKETS AND POLITICAL REGULATION OF REGIONAL DISTRIBUTION COMPLEXES. In: *Tijdschr Econ Soc Geogr* 95 (2), S. 162–173. DOI: 10.1111/j.0040-747X.2004.t01-1-00298.x.
- Hesse, Markus (2008): The city as a terminal. The urban context of logistics and freight transport. Aldershot: Ashgate (Transport and mobility series).
- Hesse, Markus; Rodrigue, Jean-Paul (2004): The transport geography of logistics and freight distribution. In: *Journal of Transport Geography* 12 (3), S. 171–184. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2003.12.004.
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (HMWEVW) (Hg.) (2022): Landesentwicklungsplan 2020 Hessen. nichtamtliche Lesefassung der 3. und 4. Änderung.
- Holguin-Veras, Jose; Ramirez-Rios, Diana; Ng, Juvena; Wojtowicz, Jeffrey; Haake, Daniel; Lawson, Catherine T. et al. (2021): Freight-Efficient Land Uses: Methodology, Strategies, and Tools. In: *Sustainability* 13 (6), S. 3059. DOI: 10.3390/su13063059.
- Holguín-Veras, José (2015): Improving freight system performance in metropolitan areas. A planning guide. Washington, D.C.: Transportation Research Board (NCFRP report, 33).
- Holguín-Veras, José (2022): Planning freight-efficient land uses. Methodology, strategies, and tools. Washington, DC: Transportation Research Board (NCHRP research report, 998).
- Holguín-Veras, José; Lawson, Catherine; Wang, Cara; Jaller, Miguel; González-Calderón, Carlos; Campbell, Shama et al. (2016): Using Commodity Flow Survey Microdata and Other Establishment Data to Estimate the Generation of Freight, Freight Trips, and Service Trips: Guidebook. Washington, D.C.: Transportation Research Board.
- Holl, Adelheid; Mariotti, Ilaria (2018): The Geography of Logistics Firm Location: The Role of Accessibility. In: *Netw Spat Econ* 18 (2), S. 337–361. DOI: 10.1007/s11067-017-9347-0.
- Holthaus, Tim (o. J.): OpenSource gestützte Anwendung der Richtlinien für integrierte Netzgestaltung im ländlichen Raum. unveröffentlichtes Manuskript. Wuppertal.
- Jakubicek, Paul; Woudsma, Clarence (2011): Proximity, land, labor and planning? Logistics industry perspectives on facility location. In: *Transportation Letters* 3 (3), S. 161–173. DOI: 10.3328/TL.2011.03.03.161-173.
- Jaller, Miguel; Zhang, Xiuli; Qian, Xiaodong (2022): Distribution facilities in California: A dynamic landscape and equity considerations. In: *JTLU* 15 (1). DOI: 10.5198/jthl.2022.2130.
- Jones Lang LaSalle (2017): Mehr als die letzte Meile. Wie smarte Logistik die Städte von Morgen formt. JLL Research Report April 2017.

Joubert, J. W.; Axhausen, K. W. (2011): Inferring commercial vehicle activities in Gauteng, South Africa. In: *Journal of Transport Geography* 19 (1), S. 115–124. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2009.11.005.

Joubert, Johan W.; Meintjes, Sumarie (2015): Repeatability & reproducibility: Implications of using GPS data for freight activity chains. In: *Transportation Research Part B: Methodological* 76, S. 81–92. DOI: 10.1016/j.trb.2015.03.007.

Kaiser, H. F.; Dickmann, K. (1959): Analytic determination for common factors. In: *American Psychologist* 14, S. 425–439.

Kanton Bern (2021): Kantonaes Güterverkehrs- und Logistikkonzept. Konzeptbericht mit Massnahmen. Unter Mitarbeit von Manon Giger, Matthias Fischer, Laura Graziani, Manuela Häusermann und Martin Ruesch. Bern. Online verfügbar unter [https://www.bvd.be.ch/content/dam/bvd/dokumente/de/aoev/mobilit%C3%A4t/g%C3%BCterverkehr-und-logistik/aoev%20G%C3%BCterverkehrs-%20und%20Logistikkonzept%20Kanton%20Bern%20-%20Konzeptbericht%20mit%20Massnahmen%20\(3\).pdf](https://www.bvd.be.ch/content/dam/bvd/dokumente/de/aoev/mobilit%C3%A4t/g%C3%BCterverkehr-und-logistik/aoev%20G%C3%BCterverkehrs-%20und%20Logistikkonzept%20Kanton%20Bern%20-%20Konzeptbericht%20mit%20Massnahmen%20(3).pdf), zuletzt geprüft am 23.02.2024.

Kanton Bern (2023): Richtplan Kanton Bern. Richtplan 2030.

Kanton Zürich (2013): Logistikstandortkonzept Kanton Zürich, zuletzt aktualisiert am https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/planen-bauen/raumplanung/strategien-und-konzepte/langfristige-raumentwicklungsstrategie/logistikstandortkonzept_2013.pdf, zuletzt geprüft am 02.02.2024.

Kanton Zürich (2022): Güterverkehrs- und Logistikkonzept. für eine sichere, flächensparende und klimafreundliche Versorgung und Entsorgung im Kanton Zürich. Unter Mitarbeit von Matthias Grieder, Arnd König, Maureen Mahler, andreas Moser, Lucas Schloeth, Danielle Spichiger und Thomas Stoiber. Zürich. Online verfügbar unter https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/mobilitaet/mobilitaetsplanung/g%C3%BCterverkehr-und-logistikkozept/KTZH_AFM_Bericht_GVLK.pdf, zuletzt geprüft am 23.02.2022.

Kanton Zürich (2023): Kanton Zürich Richtplan.

Kassner, Tobias; Neumann, Philip; Linsin, Jan (2023): Whitepaper Logistikimmobilien. Magdeburg statt München: Warum periphere Logistikregionen neben Top-Standorten an Attraktivität gewinnen. Hg. v. Zentraler Immobilien Ausschuss e. V. (ZIA). Online verfügbar unter https://www.garbe-industrial.de/wp-content/uploads/2023/05/zia_whitepaper_logistikhotspots_2023.pdf, zuletzt geprüft am 03.01.2024.

Kille, Christian; Nehm, Alexander (2017): Zukunft der Logistikimmobilien und Standorte aus Nutzersicht. Mythen. Moden. Trends. Initiative Logistikimmobilien Logix GmbH. Online verfügbar unter <https://docplayer.org/82484417-Zukunft-der-logistikimmobilien-und-standorte-aus-nutzersicht-mythen-moden-trends-christian-kille-alexander-nehm.html>, zuletzt geprüft am 06.08.2021.

- Kim, Yunsoo; Barkley, David L.; Henry, Mark S. (2000): Industry Characteristics Linked to Establishment Concentrations in Nonmetropolitan Areas. In: *Journal of Regional Science* 40 (2), S. 234–259. DOI: 10.1111/0022-4146.00173.
- Kirilenko, Andrei P. (2022): Geographic Information System (GIS). In: Roman Egger (Hg.): *Applied Data Science in Tourism*. Cham: Springer International Publishing (Tourism on the Verge), S. 513–526.
- Klaunberg, Jens; Krause Cauduro, Falko (2020): Logistics locations patterns—distance-based methods for relative industrial concentration measurement applied to the region of Berlin–Brandenburg. In: *Urban Freight Transportation Systems*: Elsevier, S. 3–18.
- Klemm, Elmar (2002): *Einführung in die Statistik. Für die Sozialwissenschaften*. 1. Aufl. Wiesbaden: Westdt. Verl.
- Klemmer, Jeanette (2016): Entwicklung einer Methodik zur funktionalen Gliederung von Netzen des Güterverkehrs und zur Bewertung der Angebotsqualität (Schriftenreihe des Fachzentrums Verkehr).
- Klemmer, Jeanette; Leerkamp, Bert (2016): Erster Beitrag zur Entwicklung der RIN-Güterverkehr als Ergänzung der Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN). In: *Straßenverkehrstechnik* (04).
- Klukas, Achim; Dobers, Kerstin; Kirsch, Daniela; Rüdiger, David; Stockmann, Martin (2015): *Klimafreundlicher Wirtschaftsverkehr. Konzeptstudie für die Region Hannover*.
- Koch, Joachim; Kocholl, Thomas; Wimmer, Simon (2020): KV-/GVZ-Konzept Niedersachsen. Hg. v. Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung. Railistics GmbH. Hannover.
- Kohn, Wolfgang; Öztürk, Riza (2022): *Statistik für Ökonomen. Datenanalyse mit R und SPSS*. 4., überarbeitete und ergänzte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler (Lehrbuch). Online verfügbar unter <http://www.springer.com/978-3-662-64753-0>.
- Kommunal Agentur NRW GmbH (o. J.): Regiopark – Interkommunales Logistikgebiet. Mönchengladbach, Jüchen. Online verfügbar unter <https://interkommunales.nrw/projekt/regiopark-interkommunales-logistikgebiet/>, zuletzt geprüft am 24.11.2023.
- Kotzagiorgis, Stefanos (2014): Funktionale räumliche Gliederung des Güterverkehrs. In: *Informationen zur Raumentwicklung* (4), S. 173–188. Online verfügbar unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/IzR/2014/3/Inhalt/DL_Kotzagiorgis.pdf?__blob=publicationFile&v=3.
- Kraftfahrtbundesamt (KBA) (2024): Verkehr europäischer Lastkraftfahrzeuge (VE). Gesamtverkehr 2022, zuletzt aktualisiert am 18.01.2024.
- Kretschmar, Daniel; Gutting, Robin; Schiller, Georg; Weitkamp, Alexandra (2021): *Warenlagergebäude in Deutschland: Eine neue Methodik zur regionalen Quantifizierung der*

Flächeninanspruchnahme. In: *RAUMFORSCHUNG UND RAUMORDNUNG* 79 (2). DOI: 10.14512/rur.55.

Krugman, Paul R. (1991): Geography and trade. Leuven, Belgium: Leuven Univ. Press [u.a.] (Gaston Eyskens lecture series). Online verfügbar unter http://digitale-objekte.hbz-nrw.de/storage/2006/01/04/file_50/1242856.pdf.

Kümmerlen, Robert (2022): Lieferketten: Beginn einer neuen Ära. In: *Deutsche Verkehrszeitung (DVZ)*, 29.11.2022. Online verfügbar unter <https://www.dvz.de/rubriken/logistik/detail/news/beginn-einer-neuen-aera.html>, zuletzt geprüft am 12.12.2022.

Kunath, Jens (2022): Binomialverteilung, (hyper)geometrische Verteilung, Poisson-Verteilung und Co. Wichtige Wahrscheinlichkeitsverteilungen rund um Treffer, Nieten und Bernoulli-Experimente. 1st ed. 2022. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; Imprint Springer Spektrum (Springer eBook Collection).

Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) (2020): ALKIS (Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem). Tatsächliche Nutzung. Online verfügbar unter https://www.wfs.nrw.de/geobasis/wfs_nw_alkis_vereinfacht?SERVICE=WFS&VERSION=2.0.0&REQUEST=GetCapabilities.

Landesamt für Statistik Niedersachsen (LSN) (2021): Sonderauswertung des Unternehmensregistersystems. Anzahl der Niederlassungen und sozialversicherungspflichtig Beschäftigten des Regionalverbands Großraum Braunschweig in den Jahren 2008 - 2019 in ausgewählten WZ-Gruppen.

Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW) (2021): Sonderauswertung des Unternehmensregistersystems. Anzahl der Niederlassungen in den Gemeinden von NRW in 2006 - 2019 in ausgewählten WZ-Gruppen.

Landkreis Emsland (2019): Regionales Raumordnungsprogramm 2010 Landkreis Emsland. 2. Änderung.

Landkreis Harburg (2019): Regionales Raumordnungsprogramm 2025. Online verfügbar unter <https://www.landkreis-harburg.de/portal/seiten/regionales-raumordnungsprogramm-rrop-2025-fuer-den-landkreis-harburg-901000407-20100.html>, zuletzt geprüft am 19.12.2023.

Langhagen-Rohrbach, Christian (2012): Moderne Logistik – Anforderungen an Standorte und Raumentwicklung. In: *RAUMFORSCHUNG UND RAUMORDNUNG* 70 (3), S. 217–227. DOI: 10.1007/s13147-012-0161-3.

Leenen, Maria; Strang, Karl; Abelmann, Peter; Bonny, Hanns Werner (2009): Kooperative Planung in der südlichen Metropolregion Hamburg. Empfehlungen für die Regional- und Bauleitplanungsträger zur raumverträglichen Entwicklung von Gewerbestandorten für die Logistik-Branche (KOPLAS). Online verfügbar unter <https://www.landkreis-harburg.de/downloads/datei/OGU2ZTFkNDIzNGQ0ZjYxNm1FbENQQzk1cGVDT3c5VTlEdXJKUWdRWnpXZFUrY1ZPY0U4OEN6azFxSlgrcnBfa0ZkMWRHdWlrVTZ4Tm1QQUpya0>

NuZElhMmF6S1IxYmVYTHViMGRuNmpPQk8zT3Y0N3BnTG96M0pqbXBOUGl6Wmdpan
VIRzVfV09GV0IDMmd1, zuletzt geprüft am 30.01.2024.

Leerkamp, Bert (2021a): Modal Shift auf der letzten Meile – Zur Wirksamkeit von Verlagerungsstrategien des städtischen Güterverkehrs und seiner Einbindung in die Verkehrsentwicklungsplanung. In: *jmv* (9), S. 21–30. DOI: 10.34647/jmv.nr9.id61.

Leerkamp, Bert (2021b): Modelle und Strategien des Güterverkehrs - Grundlagen, Ziele, Methoden. In: Dirk Vallée, Barbara Engel und Walter Vogt (Hg.): Stadtverkehrsplanung Band 2: Analyse, Prognose und Bewertung. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 341–378.

Leerkamp, Bert; Holthaus, Tim; Rösing, Juliane (2019): Kleinräumige Standortuntersuchung beim Güterverkehr für eine verbesserte integrierte Netzplanung. Hg. v. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR).

Leerkamp, Bert; Thiernemann, Andre; Groß, Florian; Holthaus, Tim; Jaeger, Arwen; Janßen, Theo et al. (2022): Güterverkehrsstudie für das Gebiet der Metropolregion Rheinland. Endbericht. Hg. v. Nahverkehr Rheinland (NVR). Online verfügbar unter <https://www.nvr.de/regionale-mobilitaetsentwicklung/gueterverkehrsstudie>, zuletzt aktualisiert am 01.09.2022, zuletzt geprüft am 23.12.2022.

Leerkamp, Bert; Thiernemann, Andre; Groß, Florian; Schlott, Marian; Siefer, Thomas; Heemsoth, Jan-Peter; Zwick, Fabian (2023): Studie zum Güterverkehr im Großraum Braunschweig. Endbericht. Hg. v. Regionalverband Großraum Braunschweig. unveröffentlicht.

Leerkamp, Bert; Thiernemann, Andre; Schlott, Marian; Holthaus, Tim; Aichinger, Wolfgang; Wittenbrink, Paul (2020): Liefern ohne Lasten - Wie Kommunen und Logistikwirtschaft den städtischen Güterverkehr zukunftsfähig gestalten können. Hg. v. Agora Verkehrswende. Online verfügbar unter https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2019/Staedtischer-Gueterverkehr/Agora-Verkehrswende_Liefern-ohne-Lasten.pdf, zuletzt geprüft am 10.05.2024.

Leerkamp, Bert; Vollmer, Reiner; Hartmann, Evi; Siegmann, Jürgen; Schöнемann, René; Carillo Zanuy, Armando et al. (2016): Funktionale Gliederung von Netzen des Güterverkehrs. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI).

Lehmacher, Wolfgang; Grotmeier, Christian (2017): Themengebiet „Globalisierung“. In: Christian Kille und Markus Meißner (Hg.): Logistik im Spannungsfeld der Politik. Auswirkungen auf die Entwicklung in 2017 - Ergebnisse des Herbstgipfels 2016. Gipfel der Logistikweisen, S. 92–97.

Leigh, Nancey Green; Hoelzel, Nathanael Z. (2012): Smart Growth's Blind Side. In: *Journal of the American Planning Association* 78 (1), S. 87–103. DOI: 10.1080/01944363.2011.645274.

Lezzi, Maria (2018): Stadt- und Raumentwicklung Schweiz. Booklet. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) (Hg.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung. Ausgabe 2018. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Online verfügbar unter <https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/72735>.

- Lindholm, Maria; Behrends, Sönke (2012): Challenges in urban freight transport planning – a review in the Baltic Sea Region. In: *Journal of Transport Geography* 22, S. 129–136. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2012.01.001.
- Lindholm, Maria; Browne, Michael (2013): Local Authority Cooperation with Urban Freight Stakeholders: A Comparison of Partnership Approaches. In: *European Journal of Transport and Infrastructure Research*. DOI: 10.18757/ejtir.2013.13.1.2986.
- Lyles, Ward; Stevens, Mark (2014): Plan Quality Evaluation 1994–2012. In: *Journal of Planning Education and Research* 34 (4), S. 433–450. DOI: 10.1177/0739456X14549752.
- McKinnon, Alan (2009): The present and future land requirements of logistical activities. In: *Land Use Policy* 26, S293-S301. DOI: 10.1016/j.landusepol.2009.08.014.
- Meißner, Jörg-D. (2004): Statistik verstehen und sinnvoll nutzen. Anwendungsorientierte Einführung für Wirtschaftler. Reprint 2014. Berlin, Boston: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Mentzer, John T.; DeWitt, William; Keebler, James S.; Min, Soonhong; Nix, Nancy W.; Smith, Carlo D.; Zacharia, Zach G. (2001): DEFINING SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. In: *Journal of Business Logistics* 22 (2), S. 1–25. DOI: 10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x.
- Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr (MBWSV NRW) (Hg.) (2015): Logistikkonzept NRW. Untersuchung der Rahmenbedingungen für die nordrhein-westfälische Logistikwirtschaft und Verkehrslogistik sowie der Möglichkeiten ihrer Fortentwicklung. SCI Verkehr; Fraunhofer IML.
- Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung des Landes Mecklenburg-Vorpommern (EM MV) (2016): Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern. Online verfügbar unter <https://www.regierung-mv.de/Landesregierung/wm/Raumordnung/Landesraumentwicklungsprogramm/aktuelles-Programm/>, zuletzt geprüft am 18.12.2023.
- Ministerium für Inneres, Kommunales, Wohnen und Sport des Landes Schleswig-Holstein (MIKWS SH) (2004): Landesplanung - Regionalplan Schleswig-Holstein Ost. Online verfügbar unter https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/L/landesplanung/raumordnungsplaene/regionalplaene/regionalplan_II.html, zuletzt geprüft am 19.12.2023.
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV NRW) (2015): Abfallwirtschaftsplan Nordrhein-Westfalen. Teilplan Siedlungsabfälle. Online verfügbar unter https://www.umwelt.nrw.de/mediathek/broschueren/detailseite-broschueren?broschueren_id=6295&cHash=9a2339afcc151d39c5d50456743a7629, zuletzt geprüft am 22.02.2023.
- Ministerium für Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (MSV NRW) (1995): Standortraumkonzeption für Güterverkehrszentren in Nordrhein-Westfalen.

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV NRW) (2007): Immissionsschutz in der Bauleitplanung. Abstände zwischen Industrie- bzw. Gewerbegebieten und Wohngebieten im Rahmen der Bauleitplanung und sonstige für den Immissionsschutz bedeutsame Abstände (Abstandserlass). Online verfügbar unter https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/broschuere_immissionsschutz_bauleitplng.pdf.

Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIDE NRW) (2019): Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen (LEP NRW).

Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) (Hg.) (2022): Auswirkungen des Online-Handels auf stationären Handel, Siedlungsstruktur, Verkehr und Logistik – Steuerungsmöglichkeiten der Raumordnung. Beschluss. Potsdam. Online verfügbar unter https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/veroeffentlichungen/raumordnung/mrko/mrko-46-beschluss-online-handel.pdf?__blob=publicationFile&v=3, zuletzt geprüft am 09.09.2022.

Muchna, Claus; Brandenburg, Hans; Fottner, Johannes; Gutermuth, Jens (2018): Grundlagen der Logistik. Begriffe, Strukturen und Prozesse. 1. Auflage 2018. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Nefs, Merten; van Haaren, Jeroen; van Oort, Frank (2023): The limited regional employment benefits of XXL-logistics centres in the Netherlands. In: *Journal of Transport Geography* 109, S. 103603. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2023.103603.

Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (ML Nds) (2022): Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen 2017. geänderte Fassung vom 07.09.2022. Online verfügbar unter <https://www.ml.niedersachsen.de/lorp/neubekanntmachung-der-lorp-verordnung-2017-158596.html>, zuletzt geprüft am 14.12.2023.

Niklass, Erhard (2022): Regionale Entwicklungskonzepte - ein Instrument der strategischen Regionalentwicklung.

Nobel, Thomas (2018): Nachhaltige makrologistische Zentren – Effekte der Güterverkehrszentren (GVZ) in Europa. In: Irina Dovbischuk, Guido Siestrup und Axel Tuma (Hg.): Nachhaltige Impulse für Produktion und Logistikmanagement. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 97–105.

Nobis, Claudia; Kuhnimhof, Tobias (2018): Mobilität in Deutschland - MiD. Ergebnisbericht. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). infas; DLR; IVT; infas 360. Bonn. Online verfügbar unter http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf.

O’Sullivan, David; Unwin, David (2010): Geographic Information Analysis. Ed.: Second edition. Hoboken, New Jersey : Wiley.

Onstein, Alexander T. C.; Ektesaby, Mehrnaz; Rezaei, Jafar; Tavasszy, Lóránt A.; van Damme, Dick A. (2020): Importance of factors driving firms' decisions on spatial distribution structures. In: *International Journal of Logistics Research and Applications* 23 (1), S. 24–43. DOI: 10.1080/13675567.2019.1574729.

OpenStreetMap contributors (o. J.): OpenStreetMap - Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.openstreetmap.de/faq.html>.

OpenStreetMap contributors (2021a): Gebäudedatensatz Metropolregion Rheinland. Online verfügbar unter [openstreetmap.org](https://www.openstreetmap.org), zuletzt aktualisiert am 18.01.2021.

OpenStreetMap contributors (2021b): Verkehrsnetz Metropolregion Rheinland. Online verfügbar unter [openstreetmap.org](https://www.openstreetmap.org), zuletzt aktualisiert am 11.06.2021.

Panebianco, Stefano; Zeck, Hildegard (2019): Das Raumordnungsverfahren – Grundlagen, Abläufe, Einsatzbereiche. In: Stefano Panebianco, Frank Reitzig, Hans-Jörg Domhardt und Dirk Vallée (Hg.): Raumordnungsverfahren. Grundlagen, Beispiele, Empfehlungen = Spatial planning procedure : foundations, examples, recommendations. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Arbeitsberichte der ARL, 25).

Pehlke, David; Diller, Christian; Eichhorn, Sebastian (2021): Beeinflusst die Trägerschaft der Regionalplanung die Inhalte der Regionalpläne und die regionale Siedlungsentwicklung? Theoretische Überlegungen und eine empirische Analyse für Deutschland. In: *RuR* 79 (5), S. 484–500. DOI: 10.14512/rur.74.

Pehlke, David; Siedentop, Stefan (2021): Die Regulierungsintensität der regionalen Planung zur Steuerung der Wohnsiedlungsentwicklung. Eine Planinhaltsanalyse der deutschen Raumordnungspläne und der schweizerischen kantonalen Richtpläne. Dortmund. ILS-Working Paper 4.

PennState Eberly College of Science (o. J.): 14.4 - Agglomerative Hierarchical Clustering. Combining Clusters in the Agglomerative Approach. Online verfügbar unter <https://online.stat.psu.edu/stat505/lesson/14/14.4>, zuletzt geprüft am 11.04.2023.

Pereira, Rafael H. M.; Saraiva, Marcus; Herszenhut, Daniel; Braga, Carlos Kaue Vieira; Conway, Matthew Wigginton (2021): r5r: Rapid Realistic Routing on Multimodal Transport Networks with R 5 in R. In: *Findings*. DOI: 10.32866/001c.21262.

Pfohl, Hans-Christian (2010): Logistiksysteme. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Priebs, Axel (2013): Raumordnung in Deutschland. Braunschweig: Westermann (Das Geographische Seminar). Online verfügbar unter http://digitale-objekte.hbz-nrw.de/storage2/2016/05/19/file_53/6756244.pdf.

Priebs, Axel (2018): Regionalplanung. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) (Hg.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung. Ausgabe 2018. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Online verfügbar unter <https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/72707>; <https://hdl.handle.net/10419/225851>.

Raimbault, Nicolas; Heitz, Adeline; Dablang, Laetitia (2018): Urban planning policies for logistics facilities: a comparison between US metropolitan areas and the Paris region. In: Browne, M., Behrends, S., Woxenius, J., Giuliano, G., Holguin-Veras, J. Urban logistics. Management, policy and innovation in a rapidly changing environment. In: Michael Browne, Sönke Behrends, Johan Woxenius, Genevieve Giuliano und José Holguin-Veras (Hg.): Urban Logistics: Kogan Page.

Ranieri, Luigi; Digiesi, Salvatore; Silvestri, Bartolomeo; Roccotelli, Michele (2018): A Review of Last Mile Logistics Innovations in an Externalities Cost Reduction Vision. In: *Sustainability* 10 (3), S. 782. DOI: 10.3390/su10030782.

Regierungspräsidium Kassel (2010): Regionalplan Nordhessen 2009. Online verfügbar unter <https://rp-kassel.hessen.de/landesentwicklung>.

Region Hannover (2012): Logistikflächenkonzept 2020 der Region Hannover.

Region Hannover (2020): Regionales Raumordnungsprogramm Region Hannover 2016. Nicht-amtliche Lesefassung unter Berücksichtigung der 1. bis 3. Änderung, zuletzt geprüft am 20.12.2023.

Région Île-de-France (2014): Plan de déplacements urbains d'Île-de-France (PDUIF). Approuvé par la délibération du conseil régional n°CR 36-14 du 19 juin 2014. Online verfügbar unter <https://www.iledefrance-mobilites.fr/le-plan-de-deplacements-urbains-d-ile-de-france>, zuletzt geprüft am 02.02.2024.

Région Île-de-France (2023): Schéma directeur de la région Île-de-France environnemental. Projet arrêté par le Conseil régional le 12 juillet 2023. Online verfügbar unter <https://www.iledefrance.fr/participer-la-vie-citoyenne/je-participe-la-vie-de-la-region/le-sdrif-e-ile-de-france-objectif-2040>, zuletzt geprüft am 02.02.2024.

Regionalverband FrankfurtRheinMain (2009): Regionaler Flächennutzungsplan 2010. Online verfügbar unter <https://www.region-frankfurt.de/Unsere-Themen-Leistungen/Regionaler-Fl%C3%A4chennutzungsplan/Beteiligung-und-aktueller-Stand-/Der-g%C3%BCltige-RegFNP-2010/>, zuletzt geprüft am 19.12.2023.

Regionalverband FrankfurtRheinMain (2023): Regionale Wirtschaftsverkehrsstrategie FrankfurtRheinMain. Ein gemeinsames Handlungsprogramm. Online verfügbar unter https://www.wirtschaftsverkehr-frm.de/files/pdf/Reg_Wirtschaftsverkehrstrategie_FRM_WEB.pdf, zuletzt geprüft am 30.01.2024.

Regionalverband Großraum Braunschweig (RVB) (2008): Regionales Raumordnungsprogramm 2008.

Riegel, Christoph (2015): Die Berücksichtigung des Schutzes kritischer Infrastrukturen in der Raumplanung. Zum Stellenwert des KRITIS-Grundsatzes im Raumordnungsgesetz. Aachen: ISB (Berichte / Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr, 59).

- Rivera, Liliana; Sheffi, Yossi; Knoppen, Desirée (2016): Logistics clusters: The impact of further agglomeration, training and firm size on collaboration and value added services. In: *International Journal of Production Economics* 179, S. 285–294. DOI: 10.1016/j.ijpe.2016.05.018.
- Rivera, Liliana; Sheffi, Yossi; Welsch, Roy (2014): Logistics agglomeration in the US. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 59, S. 222–238. DOI: 10.1016/j.tra.2013.11.009.
- Ruesch, Martin; Todesco, Paolo; Hegi, Philipp (2018): Logistikstandorte von überkantonaler Bedeutung. Schweizweite Potentialanalyse / Schlussbericht. Hg. v. Schweizerische Bau, Planungs-und Umweltdirektoren-Konferenz (BPUK). Online verfügbar unter https://www.bpuk.ch/fileadmin/Dokumente/bpuk/public/de/dokumentation/berichte-gutachten-konzepte/planung/D_Internetversion_der_Potentialanalyse_Logistikstandorte_von_ueberkantoner_Bedeutung.pdf, zuletzt aktualisiert am 23.04.2018, zuletzt geprüft am 16.02.2024.
- Rumsey, Deborah J. (2016): Wahrscheinlichkeitsrechnung für Dummies. 3. Auflage. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA (...für Dummies). Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-1083680>.
- Runkel, Peter (2018): Ziele, Grundsätze und sonstige Erfordernisse der Raumordnung. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) (Hg.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung. Ausgabe 2018. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Online verfügbar unter <https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/72801>.
- Rupprecht; Böhler-Baedeker; Brand; Brunner (2019): Guidelines for developing and implementing a Sustainable Urban Mobility Plan (SUMP).
- Sachs, Lothar (2004): Angewandte Statistik. Anwendung statistischer Methoden. Elfte, überarbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin, Heidelberg, s.l.: Springer Berlin Heidelberg (Springer eBook Collection Life Science and Basic Disciplines).
- Sakai, Takanori; Beziat, Adrien; Heitz, Adeline (2020): Location factors for logistics facilities: Location choice modeling considering activity categories. In: *Journal of Transport Geography* 85, S. 102710. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2020.102710.
- Sakai, Takanori; Beziat, Adrien; Heitz, Adeline (2023): Facility Locations in Urban Logistics. In: Jason Monios, Lucy Budd und Stephen Ison (Hg.): *The Routledge Handbook of Urban Logistics*. London: Routledge, S. 189–207.
- Sakai, Takanori; Kawamura, Kazuya; Hyodo, Tetsuro (2015): Locational dynamics of logistics facilities: Evidence from Tokyo. In: *Journal of Transport Geography* 46, S. 10–19. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2015.05.003.
- Saputro, Dewi Retno Sari; Susanti, Ade; Pratiwi, Nafisa Berliana Indah (2021): The handling of overdispersion on Poisson regression model with the generalized Poisson regression model. In: THE THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATICS: Education,

Theory and Application. THE THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATICS: Education, Theory and Application. Surakarta, Indonesia, 20 October 2020: AIP Publishing (AIP Conference Proceedings), S. 20026.

Sauer, Sebastian (2019): Moderne Datenanalyse mit R. Daten einlesen, aufbereiten, visualisieren, modellieren und kommunizieren. 1. Auflage 2019. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (FOM-Edition).

Scharmanski, André; Homagk, Lisa-Maria (2021): „Slowbalisation“ – Effekte auf Produktions- und Logistikstandorte. Quantum AG (Quantum Focus, 35). Online verfügbar unter https://www.quantum.ag/media/downloads/Quantum-Focus-No.-35_Webversion.pdf, zuletzt geprüft am 06.08.2021.

Schlott, M.; Holthaus, T. (2022): Verbindungsbezogene Angebotsqualität der RIN im öffentlichen Verkehr. Eine GTFS-gestützte Alternative zur Bewertung der Angebotsqualität. In: *Internationales Verkehrswesen* 74 (02).

Schocke, Kai-Oliver; Bierwirth, Benjamin; Huth, Michael; Düerkop, Sascha (2019): GÜTERVERKEHRSKONZEPT 2035 FÜR HESSEN. Status Quo, prognostizierte Entwicklung und Handlungsempfehlungen. Online verfügbar unter https://fragdenstaat.de/dokumente/8445-gterverkehrskonzepthessen2035_final/, zuletzt geprüft am 30.01.2024.

Scholich, Dietmar (2018): Vorranggebiet, Vorbehaltsgebiet und Eignungsgebiet. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) (Hg.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung. Ausgabe 2018. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung.

Schweizerische Kantonsplanerkonferenz (KPK) (Hg.) (2016): Kantonaler Richtplan. Das Herz der schweizerischen Raumplanung.

Schwemmer, Martin; Klaus, Peter; Müller-Steinfahrt, Ulrich (2016): Die Top 100 der Logistik, [Ausgabe] 2016/2017 / Martin Schwemmer: Marktgrößen, Marktsegmente und Marktführer : eine Studie der Fraunhofer Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS. Booklet (Die Top 100 der Logistik). Online verfügbar unter http://digitale-objekte.hbz-nrw.de/storage2/2016/12/11/file_38/7038983.pdf.

Sigismund, Markus (2018): Regionalstatistische Raumtypologie (RegioStaR) des BMVI für die Mobilitäts- und Verkehrsforschung. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). Online verfügbar unter https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/regiostar-arbeitspapier.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 16.03.2022.

Sonntag, Herbert; Eckstein, W; Lattner, J; Meimbresse, Betram (1999): Städtischer Wirtschaftsverkehr und logistische Knoten. Wirkungsanalyse von Verknüpfungen der Güterverkehrsnetze auf den städtischen Wirtschafts- und Güterverkehr. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW, Verl. für Neue Wiss.

Spang, Konrad; Niemeck, Hans-Jörg; Eid, Jochen (2022): Planung. In: Konrad Spang (Hg.): Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 121–182.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2008): Klassifikation der Wirtschaftszweige. mit Erläuterungen. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Gueter-Wirtschaftsklassifikationen/Downloads/klassifikation-wz-2008-3100100089004-aktuell.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 21.02.2024.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hg.) (2019a): Betriebe, Beschäftigte und Umsatz im Produzierenden Ernährungsgewerbe nach Beschäftigtengrößenklassen. September 2019. Online verfügbar unter <https://www.bmel-statistik.de/fileadmin/daten/SJT-4101200-2019.xlsx>, zuletzt geprüft am 27.09.2022.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hg.) (2019b): Güterverkehrsstatistik der Binnenschifffahrt. Dezember 2019 (Fachserie 8, 4). Online verfügbar unter https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00061560/2080400191124_aktualisiert06072021.pdf, zuletzt geprüft am 26.09.2022.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2019c): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Input-Output-Rechnung, zuletzt aktualisiert am https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Publikationen/Downloads-Input-Output-Rechnung/input-output-rechnung-2180200167005.xlsx?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 20.04.2021.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hg.) (2020a): Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung nach Energieträgern. Anlagen mit einer elektrischen Nettonennleistung von 1 Megawatt und mehr. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Energie/Erzeugung/Tabellen/kw-insgesamt.html>, zuletzt aktualisiert am 16.10.2020, zuletzt geprüft am 26.09.2022.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hg.) (2020b): Verkehr. Verkehr aktuell (Fachserie 8, 1.1.). Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Transport-Verkehr/Publikationen/Downloads-Querschnitt/verkehr-aktuell-pdf-2080110.pdf;jsessionid=04FE3098331761C968A9B1421B332DCD.live712?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 31.03.2022.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2022a): Hinweise zur Karte „Hebesätze 2022“. Steuern. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Staat/Steuern/HinweiseZurKarte.html>, zuletzt geprüft am 06.10.2023.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hg.) (2022b): Seeschifffahrt. Dezember 2021 (Fachserie 8, 5). Online verfügbar unter https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00065369/2080500211124.pdf, zuletzt geprüft am 26.09.2022.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2022c): Stromerzeugung im 1. Halbjahr 2022: 17,2 % mehr Kohlestrom als im Vorjahreszeitraum. Pressemitteilung Nr. 374 vom 7. September 2022, zuletzt aktualisiert am 07.09.2022, zuletzt geprüft am 26.09.2022.

Stoetzer, Matthias-Wolfgang (2020): Komplexe Verfahren. Berlin: Springer Gabler (Regressionsanalyse in der empirischen Wirtschafts- und Sozialforschung).

Sturm, Gabriele (2018): Raumbeobachtung. Booklet. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) (Hg.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung. Ausgabe 2018. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Online verfügbar unter <https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/72690>; <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0156-55991739>.

Terfrüchte, Thomas (2015): Regionale Handlungsräume. Gliederung und Einflussfaktoren am Beispiel Nordrhein-Westfalens. Zugl.: Dortmund, Techn. Univ., Diss., 2014. Lemgo: Rohn (Metropolis und Region, 14).

Terfrüchte, Thomas; Flex, Florian (2018): Zentraler Ort. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) (Hg.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung. Ausgabe 2018. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung.

Terfrüchte, Thomas; Greiving, Stefan; Flex, Florian (2017): Empirische Fundierung von Zentrale-Orte-Konzepten – Vorschlag für ein idealtypisches Vorgehen. In: *RuR* 75 (5). DOI: 10.1007/s13147-017-0505-0.

Theil, Henri (1967): Economics and information theory. Amsterdam: North-Holland (Studies in mathematical and managerial economics).

Thiemermann, Andre; Groß, Florian (2023): Evaluation of land parcels for potential logistics use at regional level. In: *Transportation Research Procedia* 72, S. 240–247. DOI: 10.1016/j.trpro.2023.11.400.

Thiemermann, Andre; Holthaus, Tim (2023): Beispielhafte Anwendung der Richtlinien für die integrierte Netzgestaltung für den Güterverkehr. In: *Straßenverkehrstechnik* 67 (1). Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/367190359_Beispielhafte_Anwendung_der_Richtlinien_fur_die_integrierte_Netzgestaltung_fur_den_Guterverkehr_In_Strassenverkehrstechnik_Heft_12023.

Thiemermann, Andre; Leerkamp, Bert; Aichinger, Wolfgang; Wittenbrink, Paul (2021): kommunale Umsetzungsperspektiven der Verkehrswende im städtischen Güterverkehr. In: *Straßenverkehrstechnik* (2), S. 103–112.

Tibshirani, Robert; Walther, Guenther; Hastie, Trevor (2001): Estimating the Number of Clusters in a Data Set Via the Gap Statistic. In: *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology* 63 (2), S. 411–423. DOI: 10.1111/1467-9868.00293.

- Trent, Nadia M.; Joubert, Johan W. (2022): Logistics sprawl and the change in freight transport activity: A comparison of three measurement methodologies. In: *Journal of Transport Geography* 101, S. 103350. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2022.103350.
- Umweltbundesamt (UBA) (2023a): Emissionen des Verkehrs. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs#verkehr-belastet-luft-und-klima-minderungsziele-der-bundesregierung>, zuletzt geprüft am 05.12.2023.
- Umweltbundesamt (UBA) (2023b): Kohlendioxid-Emissionen. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/kohlendioxid-emissionen#kohlendioxid-emissionen-im-vergleich-zu-anderen-treibhausgasen>, zuletzt geprüft am 05.12.2023.
- United States Census Bureau (2023): North American Industry Classification System. 2017 NAICS. Online verfügbar unter <https://www.census.gov/naics/?58967?yearbck=2017>, zuletzt geprüft am 21.02.2024.
- Vahrenkamp, Richard (2010): Driving globalization: the rise of logistics in Europe 1950 - 2000. In: *European Transport | Trasporti Europei* (45), S. 1–14. Online verfügbar unter <https://ideas.repec.org/a/sot/journal/y2010i45p1-14.html>.
- Vallée, Dirk (2012): Leitfaden Logistik. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) (E-Paper der ARL, 16). Online verfügbar unter http://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/e-paper_der_arl_nr16.pdf.
- Vallée, Dirk; Witte, Andreas; Brandt, Tobias; Bischof, Thomas (2012): Bedarfsberechnung für die Darstellung von Allgemeinen Siedlungsbereichen (ASB) und Gewerbe- und Industrieansiedlungsbereichen (GIB) in Regionalplänen. Abschlussbericht. Hg. v. Staatskanzlei des Landes Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter <https://landesplanung.nrw.de/system/files/media/document/file/bedarfsberechnung.pdf>, zuletzt geprüft am 28.09.2022.
- van den Heuvel, Frank P.; Langen, Peter W. de; van Donselaar, Karel H.; Fransoo, Jan C. (2011): Identification of Employment Concentration Areas. In: *European Planning Studies* 22 (1), S. 204–226. DOI: 10.1080/09654313.2012.741573.
- van den Heuvel, Frank P.; Langen, Peter W. de; van Donselaar, Karel H.; Fransoo, Jan C. (2013a): Regional logistics land allocation policies: Stimulating spatial concentration of logistics firms. In: *Transport Policy* 30, S. 275–282. DOI: 10.1016/j.tranpol.2013.09.022.
- van den Heuvel, Frank P.; Langen, Peter W. de; van Donselaar, Karel H.; Fransoo, Jan C. (2013b): Spatial concentration and location dynamics in logistics: the case of a Dutch province. In: *Journal of Transport Geography* 28, S. 39–48. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2012.10.001.
- van den Heuvel, Frank P.; Rivera, Liliana; van Donselaar, Karel H.; Jong, Ad de; Sheffi, Yossi; Langen, Peter W. de; Fransoo, Jan C. (2014): Relationship between freight accessibility and logistics employment in US counties. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 59, S. 91–105. DOI: 10.1016/j.tra.2013.11.002.

Verband Region Stuttgart (2009): Regionalplan für die Region Stuttgart. Textteil. Online verfügbar unter https://www.region-stuttgart.org/fileadmin/Verband_Region_Stuttgart/Planung/Dokumente/regionalplan_2009_text.pdf, zuletzt geprüft am 05.12.2023.

Vereinte Nationen (Hg.) (o. J.): Ziele für nachhaltige Entwicklung. Online verfügbar unter <https://unric.org/de/17ziele/>, zuletzt geprüft am 21.02.2023.

Veres-Homm, Uwe; Kübler, Annemarie; Weber, Natalie; Cäsar, Estella Svenja (2015): Logistikimmobilien - Markt und Standorte 2015. Booklet. Fraunhofer Verlag. Online verfügbar unter <https://publica.fraunhofer.de/handle/publica/297512>.

Veres-Homm, Uwe; Weber, Natalie (2019): Logistikimmobilien – Dreh- und Angelpunkte der Supply Chain. Bedeutung, Funktion und Ansiedlungseffekte. Logix GmbH. Online verfügbar unter <https://www.logix-award.de/wp-content/uploads/2019/05/logix-studie-01-neuaufg.-web.pdf>.

Veres-Homm, Uwe; Wojtech, Annemarie; Richter, Falk; Becker, Thilo; Lißner, Sven; Schmidt, Wolfram et al. (2019): Regional konsolidierte Gewerbeflächenentwicklung (RekonGent). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-03-11_texte_21-2019_abschlussbericht_rekongent_final_bf_1.pdf, zuletzt geprüft am 20.04.2020.

Verhetsel, Ann; Kessels, Roselinde; Goos, Peter; Zijlstra, Toon; Blomme, Nele; Cant, Jeroen (2015): Location of logistics companies: a stated preference study to disentangle the impact of accessibility. In: *Journal of Transport Geography* 42, S. 110–121. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2014.12.002.

Wagner, Tina (2009): Verkehrswirkungen von Logistikansiedlungen. Abschätzung und regionalplanerische Bewertung. Technische Universität Hamburg. Online verfügbar unter <https://tore.tuhh.de/handle/11420/874#?>

Weiland, Jochen (2013): ruhrAGIS – Atlas Gewerbe- und Industriestandorte Ruhr. In: Flächennutzungsmonitoring V: Methodik - Analyseergebnisse - Flächenmanagement. Booklet. Rhombos-Verl., DEU, Berlin.

Wirtschaftsvereinigung Stahl (Hg.) (2020): Fakten zur Stahlindustrie in Deutschland. 2020. Online verfügbar unter https://www.stahl-online.de/wp-content/uploads/WV-Stahl_Fakten-2020_rz_neu_Web1.pdf, zuletzt geprüft am 10.10.2022.

Wittenbrink, P.; Leerkamp, B.; Holthaus, T. (2019): Städtisches Güterverkehrskonzept Basel. In: Heike Proff (Hg.): Mobilität in Zeiten der Veränderung : Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 351–369.

Wittenbrink, Paul; Leerkamp, Bert; Holthaus, Tim (2016): Städtisches Güterverkehrskonzept Basel. Hg. v. Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt. Online verfügbar unter <https://www.mobilitaet.bs.ch/gesamtverkehr/verkehrskonzepte/gueterverkehrskonzept.html>, zuletzt geprüft am 16.07.2020.

Yellen, Janet (13.04.2022): US Treasury Secretary Janet Yellen on the next steps for Russia sanctions and ‘friend-shoring’ supply chain. Transcript. online.

Anhang

Anhang 1 Übersicht empirischer Untersuchungen von Raumstrukturen der Logistik

Holl und Mariotti (2018) ohne Studien zu ausländischen Direktinvestitionen					
Autoren	Datengrundlagen	Raum/ Zeitraum	Ziel	Methode	Hauptergebnisse
Hesse (2004)	Daten zum Integrierten Güterverkehrszentrum und zum Magna-Park-Projekt, beide in Berlin-Brandenburg, Deutschland	Deutschland: Zwei Fallstudien in Berlin-Brandenburg zu Beginn der 2000er Jahre	Analysiere, wie sich die politische Regulierung und die Logistikimmobilienmärkte auf die räumliche Dimension der Logistik auswirken.	Fallstudienansatz	Der zunehmende Standortwettbewerb trägt dazu bei, den Flächenverbrauch und die weitere Dispersion zu beschleunigen. Logistikaktivitäten bevorzugen entfernte Standorte aufgrund der Vermeidung von Staus, Planungsanforderungen und des Einflusses von Gewerkschaften.
Bowen (2008)	Lagerbetriebe (County Business Patterns, US-Zensus, 2007)	US-Counties in den Jahren 1998 und 2005	Untersuchung der sich verändernden Geographie von Lagerhäusern in den USA zwischen 1998 und 2005	Standortkartierung und Korrelationsanalyse	Die Zahl der Lagerbetriebe im Jahr 2005 und deren Wachstum 1998–2005 standen in engem Zusammenhang mit der Erreichbarkeit im Luft- und

					Autobahnnetz und in geringerem Maße auch mit der Erreichbarkeit im Schienennetz.
van den Heuvel et al. (2013b)	Logistikbetriebe, die eine Standortentscheidung getroffen haben (d. h. Neuansiedlung in der Region oder Verlagerung innerhalb der Region)	Niederlande: Provinz Nordbrabant 1996–2009	Analysieren der Standortdynamik von Logistikbetrieben in Bezug auf räumliche Clusterbildung	Beschreibende Statistik	Die Beschäftigung in der Logistikbranche konzentriert sich räumlich auf Gebiete mit absoluter und relativer Beschäftigungskonzentration (AREC-Gebiete), die vor allem große Logistikunternehmen und umgesiedelte Logistikunternehmen aus anderen AREC-Gebieten anziehen.
Dablanc et al. (2014)	Zip Code Business Pattern (ZBP): Angaben auf Ebene auf Postleitzahlbezirke zu Anzahl für Firmen und Beschäftigung (hier NAICS 493: Warehousing and Storage (vgl. mit NACE 52.1))	USA: Metropolregionen Los Angeles und Seattle in den Jahren 1998–2009	Vergleichen der Ansiedlungsdynamik von Lagerhäusern in den beiden Ballungsräumen	Standortkartierung nach Schwerpunkt oder gewichtetem geografischem Mittel	Im Großraum Los Angeles ist eine Wanderung der Warenhäuser erkennbar (steigende Entfernung zum gewichteten geografischen Mittel).

Heitz und Dablanc (2015)	auf Logistik/ Gütertransport spezialisierte Unternehmen (SIRENE-Datenbank von INSEE)	Frankreich: Metropolregion Paris in den Jahren 2000– 2012	Untersuchung der räumlichen Verteilung der Gütertransport- und Logistikfirmen in der Metropolregion Paris	Standortkartierung mithilfe der Kerndichteschätzung	Deutlicher Anstieg der Zahl der Lager- und Logistikanlagen seit Anfang der 2000er Jahre. Es fanden sowohl zentrifugale als auch zentripetale Prozesse statt.
Verhetsel et al. (2015)	Top 200 Logistikunternehmen und 235 große Logistikstandorte	Belgien: Region Flandern	Untersuchung der Standortfaktoren von Logistikunternehmen	Revealed-Preference-Studie (mittels GIS-Analyse) und Stated-Preference-Studie (Discrete-Choice-Modell)	Der wichtigste Standortfaktor waren die Grundstückskosten, gefolgt von der Erreichbarkeit eines Hafens und einer Autobahn, der Lage in einem Gewerbegebiet sowie in einem Binnenhafen.
Sakai et al. (2015)	4109 Logistikanlagen (Tokyo Metropolitan Freight Survey – TMFS)	Japan: Metropolregion Tokio 1980–2003	Analyse des logistics sprawl und seiner negativen Auswirkungen auf die Gesellschaft im Zusammenhang mit der Zunahme der LKW- Fahrdistanzen	Modellhafte Berechnung existierender Sendungsdistanzen sowie möglicher Einsparungen bei Annahme der theoretisch kürzesten Sendungsdistanz	Logistikeinrichtungen sind in den Ballungsrand gewandert, wenn auch in viel geringerem Umfang als in den USA und Europa.
Heitz und Beziat (2016)	Logistikbetriebe (Altares-Datenbank von INSEE)	Frankreich: Ile- de-France im Jahr 2013	Analyse der Raumdynamiken der Paketbranche in der Region Paris im Vergleich zu den anderen Logistikaktivitäten.	Standortkartierung (durchschnittliche räumliche Dispersion der Standorte)	Geringere Dispersion der Paketbranche im Vergleich zu den anderen Logistikaktivitäten aufgrund einer

					räumlichen Standorttreue der großen Stakeholder und der Entstehung innovativer Logistiklösungen.
Aljohani und Thompson (2016)	Literature Review	/	Überprüfung der Studien über die Auswirkungen des logistics sprawl auf städtische Umwelt und Logistikeinrichtungen	Taxonomie der Auswirkungen des logistics sprawl	Die Hauptauswirkungen sind eine veränderte Geographie des städtischen Güterverkehrs, was zu einer größeren Entfernung der von Güterfahrzeugen zurückgelegten Strecken, negativen Auswirkungen auf die Umwelt und Auswirkungen auf das Pendeln der Mitarbeiter führt.
Eigene Ergänzungen					
Autoren	Datengrundlagen	Raum/ Zeitraum	Ziel	Methode	Hauptergebnisse
Busch (2013)	Fertigstellung von Warenlagergebäuden in	Deutschland, Unterteilung nach Kreisen/	Räumliche Strukturen und raumstrukturelle Entwicklung des	Korrelationsanalysen nach Pearson und Spearman	Große Bedeutung von Standorten mit internationaler

	der Bautätigkeitsstatistik, Beschäftigtenzahlen logistikrelevanter Beschäftigung (u. a. Lagerarbeiter	kreisfreien Städten (NUTS 3) 1999, 2004, 2009	Logistikimmobilien- marktes quantitativ zu analysieren	Hot-Spot-Analysen nach Getis-Ord*	Verkehrsanbindung für Logistikentwicklungen, Bedeutungszunahme ab 1990 von Agglomerationen und Großstädten als Logistikstandorte
Heitz et al. (2017)	Aggregierte Zahl Unternehmen in der Lagerei (WZ 52.1) auf Gemeindeebene	Metropolregion Paris (2004 und 2013) Randstad (2007 und 2013)	Untersuchung der Struktur einer Metropolregion auf die jeweilige räumliche Dynamik der Logistik	Berechnung des Baryzentrums bzw. der distanzgewichtete geografische Mittelpunkt der Logistikfirmen, Aufbau von Gemeindeprofile auf Basis von Quartilen (hinsichtlich Bevölkerungsdichte, Zahl Logistikfirmen)	Im Gegensatz zu Paris haben sich Logistikaktivitäten in der Randstad in dicht besiedelten Gebieten intensiviert. Dies wird u.a. auch auf raumplanerische Vorgaben zurückgeführt.
Holl und Mariotti (2018)	8.959 geocodierte Firmenstandorte aus spanischer Unternehmens- datenbank, Datenbank der Gemeinden,	Kernland Spanien	Analyse der Raumstruktur der Logistikunternehmen im Vergleich zu anderen Sektoren (u.a. verarbeitendes Gewerbe) hinsichtlich der Verkehrsinfrastruktur	Schätzung ökonometrischer Modelle (Poisson-Modells, negative Binomialmodell sowie zero inflated negative binomial ZINB model), um erklärende Faktoren für das Auftreten von	Logistikstandorte in Spanien sind näher an Autobahnen und anderen Verkehrs- infrastrukturen angesiedelt als andere Sektoren und

	Geodaten der Verkehrsinfrastruktur		und der städtischen Struktur. Untersuchen das Standortverhalten von neuen Logistik Unternehmen und Rolle von Erreichbarkeit.	Logistikstandorten zu ermitteln	konzentrieren sich auf verstädterte Gebiete. Sie siedeln sich zunehmend in Vorstädten an sowie in gut erreichbaren außerstädtischen Lagen.
Heitz et al. (2019)	Französisches Unternehmensregister (SIRENE), Liste französischer Lagergebäude (Répertoire des Entrepôts): größer als 5000 m ² , Luftbildern und Straßenbildern, Logistikfachpresse daraus: Aufbau einer Datenbank mit Logistikimmobilien mit Informationen zur Funktion, Betreiber, umgeschlagenen/	Metropolregion Paris 2018	Heterogenität von Logistikimmobilien berücksichtigen, um allgemeine Standortmuster von Logistikansiedlungen verstehen zu können	Entwicklung einer Typologie von Logistikimmobilien (20 Typen) und Ermittlung räumlicher Kennwerte (u. a. durchschnittliche Distanz nach Paris) Clusteranalyse (k-means) über entwickelte Typologien um räumlich Profile zu identifizieren	50 % der Logistikimmobilien befinden sich auf weniger als 10% der Metropolregion Paris, insb. auf die engen Vororte, Identifikation vier unterschiedl. Profile von Logistikimmobilien

	verarbeiteten Gütern, Fahrtziele				
Sakai et al. (2020)	In Heitz et al. (2019) aufgebaute Datenbank, Gewerbe- und Logistikflächen in der Metropolregion	Metropolregion Paris	Analysieren der Standortfaktoren, die die Standortwahl von Logistikimmobilien unterschiedlichen Standorttyps beeinflussen, Modellierung der Standortwahl von errichteten Logistikimmobilien	Schätzung eines Multi- nomialen Logit-Modells auf für 1 km ² -Gitterzellen, Variablen u.a. Bevölkerungsdichte, ausgewiesene Gewerbe- und Logistikflächen	Erkennbar ist, dass insb. die Ausweisung von Gewerbeflächen Auswirkungen auf die räumliche Verteilung von Logistikeinrichtungen. Somit hat die öffentliche Hand großes Potenzial, die Standorte der Logistikanlagen zu steuern.
Klaunberg und Krause Cauduro (2020)	Unternehmens- standorte (WZ 52.1 Lagerei) aus dem Unternehmensregister	Berlin und angrenzende Landkreise in Brandenburg 2013	Ermitteln, ob im Untersuchungsraum Konzentrationsmuster bei der Logistik erkennbar sind	Kerndichtenschätzung analog zu Heitz und Dabanc (2015) Einsatz von statistischen Maßen der Ungleichverteilung , wie dem Gini-Koeffizienten (nach Krugman 1991) und verallgemeinerte Entropie-	eine Konzentration von Lagerstandorten auf den suburbanen Raum (logistische Suburbanisierung) ist erkennbar

				Ungleichmaße (wie den Theil-Index nach Theil 1967)	
Kretzschmar et al. (2021)	Bautätigkeitsstatistik: Fertigstellung von Warenlagergebäuden Objektdaten des Baukosteninformationszentrums Deutscher Architektenkammern (BKI) Hausumringe Amtliches Liegenschaftskastaster-System (ALKIS)	Deutschland, Unterteilung nach Kreisen/kreisfreien Städten (NUTS 3) 2000-2016	Deutschlandweite Analyse der Flächeninanspruchnahme von Warenlagergebäuden	Hochrechnung der Flächeninanspruchnahme von Warenlagergebäuden: Ableitung Verhältnis Bruttogrundfläche/Nutzfläche aus Objektdaten des BKI, Ableitung Verhältnis Bruttogrundfläche/umgebende Flurstückfläche (angenähertes Grundstück) aus ALKIS und Hausumringen, Berechnung der Flächeninanspruchnahme auf Gemeindeebene	Auf Bundesebene ist erkennbar, dass die Warenlagergebäude größer werden und sich räumlich auf einige wenige, gut angebundene Standorte konzentrieren.
Jaller et al. (2022)	Zip Code Business Pattern (ZBP): Angaben auf Ebene auf Postleitzahlbezirke zu Anzahl für Firmen und Beschäftigung (hier NAICS 493: Warehousing and	Metropolregionen in Südkalifornien, Untersuchung v. a. auf Ebene der PLZ-Bezirke 1998-2016	Ermittlung von Markttrends bei Logistikimmobilien, Ermittlung der Auswirkungen von Markttrends auf die Ansiedlung von Logistikimmobilien in	Berechnung des gewichteten geometrischen Zentrums der ermittelten Logistikstandorte und Abgleich der Entfernung zum Metropolkern zwischen 1998 und 2016,	die Nachfrage nach kleinen Logistikimmobilien in Kernstadtlagen (v. a. Los Angeles) hat zugenommen, gleichzeitig ist eine Dekonzentration

	Storage (vgl. mit NACE 52.1), zusätzlich Betrachtung güterverkehrsbezogener Sektoren: Großhandel, Baustellen, soziodemografische Daten auf Ebene der PLZ-Bezirke, Distanzen zu KV-Terminals o. Ä., Daten zur Umweltbelastung der PLZ-Bereiche sowie ein Umweltbelastungs-Index. Transaktionsdaten für Gewerbeimmobilien in Südkalifornien (typisiert u.a. nach Lagergebäude, Distribution)	Transaktionen vorliegend für den Zeitraum 1989-2018	Gebieten mit benachteiligten Bevölkerungsgruppen	Berechnung der räumlichen Autokorrelation (Moran's I), Schätzung eines ökonometrischen Modells (zero inflated negative binomial ZINB model) um erklärende Faktoren für das Auftreten von Logistikstandorten zu ermitteln, binäre logistische Regression um die Faktoren zu ermitteln, die dazu beitragen, dass die Logistikimmobilien in benachteiligten Gebieten gekauft werden, einfache lineare Regression um zeitliche Veränderungen im Preis und der Größe bei Transaktionen von Logistikimmobilien zu ermitteln	großer Immobilien im Umland erkennbar Logistikimmobilien haben eine hohe Wahrscheinlichkeit sich in benachteiligten Bevölkerungsgruppen anzusiedeln
--	---	--	---	--	---

Trent und Joubert (2022)	GPS-Tracks von etwa 16.000 für den Wirtschaftsverkehr (1-2% der gesamten Flotte) genutzten Fahrzeugen in Südafrika	Metropolregionen Gauteng, Cape Town, eThekweni März 2010, März 2011, März 2012, März 2013, März 2014	Auswirkungen unterschiedlicher Methoden bei der Untersuchung von logistics sprawl im Zusammenhang mit der resultierenden Verkehrsaktivität, empirischer Beitrag zur Ermittlung der Auswirkungen von logistics sprawl	Berechnung des gewichteten geometrischen Zentrums der ermittelten Logistikstandorte auf Basis Fahrtquellen, Berechnung möglicher Einsparungen durch optimale Positionierung von Kund*innen und Lieferant*innen in Anlehnung an Sakai et al. (2015) mithilfe komplexer Netzwerktheorie, GPS-basierte Berechnungen: Anzahl der Fahrzeuge im Datensatz, gesamtgefahrte Kilometer der betrachteten Fahrzeuge, u. a. ausschließlicher Touren in der Metropolregion selbst, Berechnungen des gefahrenen Kilometers pro kleinerem Stopp	Obwohl in Kapstadt nach bekannten zentografischen Methoden das Vorhandensein von logistics sprawl ermittelt wurde, hat sich bei intrarregional verlaufenden Touren die Stoppdistanz verringert. Dennoch gibt es sowohl einen Anstieg im Hinblick auf die insgesamt gefahrenen Kilometer bei diesen Touren (z. B. Kapstadt 9%). Die Autoren schließen, dass eine Wanderung der Logistik nicht automatisch zu einer Erhöhung der Fahrleistung führt.
--------------------------	--	---	--	--	---

Holguín-Veras (2022)	Zip Code Business Pattern (ZBP): Angaben auf Ebene auf Postleitzahlbezirke zu Anzahl für Firmen und Beschäftigung, Datenbank zur wirtschaftszweig- und metropolregions-spezifischen LKW-Fahrtenerzeugung (Holguín-Veras et al. 2016)	2015, beispielhafte US-amerikanische Metropolregionen	Untersuchungs-ansätze aufzeigen für Erarbeitung güterverkehrseffizienter Flächennutzungskonzepte	Zentrografische Analyse von Firmendichte / geschätztem LKW-Fahrtenaufkommen Untersuchung der räumlichen Entfernung zwischen Stufe von Lieferketten und Abschätzung der resultierenden Fahrleistung	Darstellung dieser Arbeitsschritte zur Umsetzung in Planungsprozessen
----------------------	--	---	--	---	---

Anhang 2 Wissenschaftlicher Lebenslauf

Hinweis: Der wissenschaftliche Lebenslauf ist in der elektronischen Version nicht enthalten.