
Lineare Infrastrukturland- schaften im Wandel - Perspektiven für eine blau- grüne Transformation von Stadtstraßen und kanalisier- ten Gewässern

Diskussionspapier / Working Paper Nr. 1

Herausgeber:innen

Stokman, A.; Dickhaut, W.; Gertz, C.; Knieling, J.

Autor:innen

Bajc, K.; Gollata, J.; Kreutz, S.; Matullat, J.; Meyer, C.;
Quanz, J.; Stokman, A.; Dickhaut, W.; Gertz, C.; Knieling, J.

Herausgeber:innen:

Stokman, A.; Dickhaut, W.; Gertz, C.; Knieling, J.

Fachgebiet Architektur und Landschaft (HCU),
Fachgebiet Stadtplanung und Regionalentwicklung (HCU),
Fachgebiet Umweltgerechte Stadt- und Infrastrukturplanung (HCU),
Institut für Verkehrsplanung und Logistik (TUHH)

Autor:innen:

Bajc, K.; Gollata, J.; Kreutz, S.; Matullat, J.; Meyer, C.; Quanz, J.; Stokman, A.;
Dickhaut, W.; Gertz, C.; Knieling, J.

HafenCity Universität Hamburg
Henning-Voscherau-Platz 1
20457 Hamburg
© Mai 2022, HafenCity Universität Hamburg
Online-Publikation
ISBN: 978-3-947972-50-0
DOI: 10.34712/142.31

Kontakt:

Prof. Antje Stokman, +49(0)40 42827-4313, antje.stokman@hcu-hamburg.de

Zitationshinweis:

Bajc, K.; Gollata, J.; Kreutz, S.; Matullat, J.; Meyer, C.; Quanz, J.; Stokman, A.;
Dickhaut, W.; Gertz, C.; Knieling, J. (2022): Lineare Infrastrukturlandschaften
im Wandel - Perspektiven für eine blau-grüne Transformation von
Stadtstraßen und kanalisierten Gewässern. Herausgegeben von Stokman,
A.; Dickhaut, W.; Gertz, C.; Knieling, J. Diskussionspapier / Working Paper
entstanden im Rahmen des Forschungsverbundes LILAS, gefördert aus
Mitteln der Landesforschungsförderung Hamburg von der Behörde für
Wissenschaft, Forschung, Gleichstellung und Bezirke (BWFG). Mai 2022,
HafenCity Universität Hamburg, Hamburg.



Dieses Werk steht unter einer **Creative Commons Lizenz** (Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz). Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen, wie z. B. Abbildungen, die nicht von den Verfasser:innen stammen (siehe Quellenangaben im Abbildungsverzeichnis), erfordert ggf. weitere Nutzungsgenehmigungen der jeweiligen Rechteinhaber:innen.

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung zum Forschungsverbund und zum Projekt LILAS	8
1. Hintergrund und Herausforderungen	9
1.1 Zum Verständnis linearer Infrastrukturen	11
1.2 Herausforderungen für die Transformation linearer Infrastrukturen	14
1.3 Handlungsleitende Annahmen für den Forschungsverbund	15
2. Zielvorstellung für die Transformation linearer Infrastrukturen	17
3. Transformation von Infrastrukturen	19
3.1 Sozio-technische und sozio-ökologische Systeme	20
3.2 Infrastrukturentwicklung in sozio-ökologisch-technischen Systemen	22
4. Leitbilder und Planungsvorgaben für lineare Infrastrukturen	26
4.1 Leitbilder der Stadtentwicklung	26
4.2 Vorgaben für die Planung	30
4.3 Herausforderungen für die Transformation linearer Infrastrukturen	34
5. Übergreifende Typologisierung von urbanen Infrastrukturkorridoren	36
5.1 Medien und Funktionen	36
5.2 Teilräume der Infrastrukturkorridore	41
5.3 Zwischenfazit	45
6. Räumliche Transformationsansätze urbaner Infrastrukturkorridore	46
6.1 Punktuelle Maßnahmen	47
6.2 Neue Raumaufteilung	52
6.3 Ersetzen der Hauptfunktion	56
7. Fazit	61
Literaturverzeichnis / Quellenverzeichnis	62
Forschungsverbund LILAS	67

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1:** Struktur und Inhalte des Diskussionspapiers (Quelle: LILAS) — 8
- Abbildung 2:** a) Eine Auswahl aus dem Netz der linearen grauen, grünen und blauen Infrastrukturen in Hamburg (Quelle: Geoportal Hamburg); b) Vergrößerung eines Ausschnitts; c) Flächenanteile der unterschiedlichen Nutzungen an der Gesamtfläche (Quelle: Statistisches Amt Hamburg und Schleswig-Holstein 2021) — 12
- Abbildung 3:** Konzept der sozio-ökologisch-technischen Systeme (SETS) (Quelle: Eigene Darstellung nach Markolf et al. (2018); McPhearson et al. (2021a); Kim et al. (2021) / Übersetzung durch LILAS) — 23
- Abbildung 4:** Lineare Infrastrukturkorridore im übergeordneten Transformationskontext (Quelle: Geels (2005); McPhearson et al. (2021a) / Übersetzung und Weiterentwicklung durch LILAS) — 25
- Abbildung 5:** Schematische Darstellung des Infrastrukturkorridors (Quelle: LILAS / Katarina Bajc) — 38
- Abbildung 6:** Schematische Darstellung der Funktionen im Infrastrukturkorridor (Quelle: LILAS / Katarina Bajc) — 39
- Tabelle 1:** Ansprüche an urbane Infrastrukturnetze und -korridore der Stadtstraßen und kanalisierten Gewässer - gegliedert nach Dimensionen und Funktionen (Quelle: LILAS) — 40
- Abbildung 7:** Beispielhafte schematische Darstellung räumlicher Zuordnung der Funktionen im Infrastrukturkorridor (Quelle: LILAS / Katarina Bajc) — 44
- Abbildung 8:** Schematische Darstellung Transformationsansatz „Punktuelle Maßnahmen“ (beispielhaft) (Quelle: LILAS / Katarina Bajc) — 48
- Abbildung 9:** Transformation Regents Canal in London (Quelle: © BIOMATRIX WATER 2022) — 49
- Abbildung 10:** Transformation eines Parkraums zum Parklet bzw. einer Grätzloase in Wien (Quelle: © LA21 Wien / Tim Dornaus) — 50
- Abbildung 11:** Schematische Darstellung eines vitalen Baumstandorts in einer Baumrigole (Quelle: BlueGreenStreets / HafenCity Universität) und ein realisiertes BGS-Pilotprojekt in der Hölertwiete, Hamburg (Quelle: BGS / Michael Richter) — 52
- Abbildung 12:** Schematische Darstellung Transformationsansatz „Neue Raumaufteilung“ (beispielhaft) (Quelle: LILAS / Katarina Bajc) — 53
- Abbildung 13:** Transformation Scandiagade in Kopenhagen (Quelle: © 1:1 Landskab) — 54
- Abbildung 14:** Transformation Catharijnesingel Kanal in Utrecht (Quelle: © OKRA landschapsarchitecten) — 56
- Abbildung 15:** Schematische Darstellung Transformationsansatz „Ersetzen der Hauptfunktion“ (beispielhaft) (Quelle: LILAS / Katarina Bajc) — 57
- Abbildung 16:** Transformation Innenstadt Siegen („Siegen – zu neuen Ufern“) (Quelle: © Universitätsstadt Siegen) — 58
- Abbildung 17:** Geänderte Fließkorridore durch Transformation der Superblocks in Barcelona (Quelle: © Barcelona City Council, Pla de Mobilitat Urbana de Barcelona (Städtischer Mobilitätsplan Barcelona) 2017 / Übersetzung durch LILAS) — 59

Kurzbeschreibung

Der interdisziplinäre Forschungsverbund LILAS (Lineare Infrastrukturen im Wandel) skizziert in dieser Publikation interdisziplinäre Perspektiven auf sowie konzeptionelle Planungs- und Gestaltungsansätze für die Weiterentwicklung kanalisierter Gewässer und Stadtstraßen für eine nachhaltige Transformation linearer Infrastrukturen in urbanen Räumen. Das Diskussionspapier dokumentiert einen Zwischenstand des laufenden Forschungsvorhabens.

Die Publikation beschreibt zunächst den thematischen Fokus, das Verständnis sowie den Status Quo und dessen Entstehungskontext, um wesentliche Faktoren für die Planung und die Transformation blauer (kanalisierte Gewässer) und grauer (Stadtstraßen) Infrastrukturen zu erfassen. Neben der Darstellung ausgewählter Leitbilder der Planung sowie der Richtlinien und Vorgaben für die Gestaltung von Straßen und Gewässern werden auch zentrale Herausforderungen für die Transformation dieser Räume benannt. Konzeptuelle Bezugspunkte für die Analyse der Transformation sind das Multi-Level-Perspective Modell (MLP) und das Modell der socio-ecological-technical systems (SETS), die auf das räumliche Handlungsfeld linearer Infrastrukturen angewandt werden.

An diese Grundlagen und Herleitungen knüpfen die Autor:innen mit der Erarbeitung von sektorübergreifenden Perspektiven auf die räumliche Transformation linearer Infrastrukturen an. Durch die leitenden Prinzipien der Multifunktionalität und der Multicodierung sollen die notwendigen technischen Ansprüche mit sozialen Nutzungsmustern und Resilienz steigernden ökologischen Maßnahmen für lineare Infrastrukturen integriert betrachtet werden.

Eine übergreifende Typologisierung urbaner Infrastrukturkorridore beschreibt deren zentrale Funktionen und die Teilräume mit ihren spezifischen Kernaufgaben. Drei mögliche räumliche Transformationsansätze für Stadtstraßen und kanalisierte Gewässer runden die Betrachtung ab – illustriert durch Beispiele aus der internationalen Praxis. Das Spektrum reicht dabei von punktuellen Einzelmaßnahmen über veränderte Raumaufteilungen im Infrastrukturkorridor bis hin zur grundlegenden Umgestaltung von Flächen.

Abstract

In this publication, the interdisciplinary research network LILAS (Linear Infrastructures in Transition) outlines interdisciplinary perspectives on and conceptual planning and design approaches for the further development of canalised water bodies and urban roads for a sustainable transformation of linear infrastructures in urban spaces. The discussion paper documents an interim status of the ongoing research project.

The publication first describes the thematic focus, the understanding of the subject as well as the status quo and the context of its development in order to summarise essential factors for the planning and transformation of blue (canalised water bodies) and grey (urban roads) infrastructures. In addition to presenting selected guiding principles of planning as well as guidelines and specifications for the design of roads and water bodies, key challenges for the transformation of these spaces are also identified. Conceptual reference points for the analysis of transformation are the Multi-Level-Perspective Model (MLP) and the socio-ecological-technical systems (SETS) model, which are applied to the spatial context of linear infrastructures.

The authors build on these foundations and derivations by developing cross-sectoral perspectives on the spatial transformation of linear infrastructures. Through the guiding principles of multifunctionality and multi-coding, the necessary technical requirements are to be considered in an integrated way with social usage patterns and resilience-increasing ecological measures for linear infrastructures.

An overarching typology of urban infrastructure corridors describes their central functions and the subspaces with their specific core tasks. Three possible spatial transformation approaches for urban roads and canalised water bodies round off the analysis - illustrated by examples from international practice. The spectrum ranges from selective individual measures to transformed spatial divisions in infrastructure corridors to the fundamental transformation of entire areas.

Vorbemerkung zum Forschungsverbund und zum Projekt LILAS

Der kooperative Forschungsverbund LILAS (Lineare Infrastrukturlandschaften im Wandel) besteht aus Mitgliedern von drei Fachgebieten der HafenCity Universität Hamburg (HCU) und einem Institut der Technischen Universität Hamburg (TUHH). Der interdisziplinäre Verbund wird von Oktober 2020 bis September 2023 aus Mitteln der Landesforschungsförderung Hamburg von der Behörde für Wissenschaft, Forschung, Gleichstellung und Bezirke (BWFG) gefördert (Förderkennzeichen LFF-FV80). Die Projektleitung von LILAS liegt beim Fachgebiet Architektur und Landschaft von Prof. Antje Stokman an der HCU.

In der interdisziplinären Zusammenarbeit des Forschungsverbundes mit Mitgliedern aus den Disziplinen Landschaftsarchitektur, Stadtplanung, Verkehrsplanung, Stadtökologie, Sozialwissenschaften und Bauingenieurwesen entwickelt LILAS aus der Auseinandersetzung mit den linearen Infrastrukturtypologien kanalisierter urbaner Gewässer und Stadtstraßen einen theoretischen Rahmen sowie interdisziplinäre Perspektiven und konzeptionelle Planungsansätze für eine integrierte und zukunftsfähige Transformation auf der Basis einer ausgewogenen Berücksichtigung der verschiedenen Nutzungsansprüche an die Infrastrukturen und ihr Umfeld.

Im Mittelpunkt der ersten Projektphase stand neben der theoretisch-konzeptionellen Annäherung die spezifische Analyse der räumlichen Situation in Hamburg mit einem Fokus auf Stadtstraßen und kanalisierte Gewässer, einschließlich der Identifizierung von prägenden Merkmalen, möglichen Transformationsansätzen sowie Potenzialräumen für ihre Transformation (siehe Kapitel 5 und 6). Im weiteren Projektverlauf wird beispielhaft die transdisziplinäre Untersuchung und Beurteilung von Ansätzen zur Schaffung von multifunktionalen Stadtstraßen und kanalisierten Gewässern mit Praxispartner:innen im Fokus stehen. Hierzu werden vertiefende thematische Fragestellungen in konkreten Hamburger Fokusräumen bearbeitet.

Übergeordnete Ziele der Zusammenarbeit des Forschungsverbundes sind die Schaffung einer interdisziplinären Perspektive auf die linearen Infrastrukturen und die Erarbeitung von Ansätzen ihrer Transformation in der Stadt im Wandel. Aus der Zusammenarbeit des Forschungsverbundes sollen zudem Förderanträge für weitere Forschungsprojekte erarbeitet werden, um konkrete Fragestellungen oder einzelne Fokusräume vertieft zu bearbeiten. Perspektivisch soll sich der LILAS-Forschungsverbund strukturell und inhaltlich weiterentwickeln und als ein Kompetenznetzwerk etablieren, das Wissen, Fragestellungen und Projekte rund um die Transformationsprozesse in der Stadt im Wandel vor dem Hintergrund des Klimawandels und der Mobilitätswende zusammenträgt, bündelt, kommuniziert und bearbeitet.



Abbildung 1: Struktur und Inhalte des Diskussionspapiers (Quelle: LILAS)

1. Hintergrund und Herausforderungen

(Bajc, K.; Gollata, J.; Kreutz, S.; Matullat, J.; Meyer, C.; Quanz, J.; Stokman, A.; Dickhaut, W.; Gertz, C.; Knieling, J.)

Angesichts wachsender Städte, zunehmender baulicher Verdichtung, des steigenden Flächenanspruchs des Verkehrs sowie der Auswirkungen des Klimawandels und den daraus resultierenden, erforderlichen Maßnahmen zur Anpassung von Flächennutzungen und Infrastruktursystemen, wächst der Transformationsdruck auf Straßen und Gewässer im urbanen Raum (BBSR 2020; Deutscher Städtetag 2019; Böhm et al. 2016). Die Treiber dieser Entwicklung lassen sich mit den potenziellen Auswirkungen des Klimawandels, wie beispielsweise Hitze- und Dürreperioden oder Starkregenereignissen und lokalen Überflutungen (UBA 2021), als auch einer Zuspitzung von Flächennutzungskonkurrenzen in der Stadt- und Verkehrsplanung umreißen (Nello-Deakin 2019; Gehl 2015).

Die Grundlage der erforderlichen Anpassungen stellt eine Abkehr von den bisherigen gesellschaftlichen und planerischen Leitbildern sowie Regeln und Normen dar, welche sich mit Bezug auf schnelle Verbindungen für den motorisierten Verkehr und daran gekoppeltes Wirtschaftswachstum in den 1950er Jahren etablierten und bis heute bestehende Flächennutzungen und die Gestaltung von Infrastruktursystemen prägen (Canzler et al. 2018; Hesse 1995; Sachs 1990). Gleichzeitig tragen veränderte gesellschaftliche Ansprüche an urbane Flächen auch zu einer Abkehr von den bestehenden Leitbildern bei. Hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang auch die Maßnahmen zur Eindämmung der Covid-19-Pandemie seit 2020, welche die große Bedeutung der Multifunktionalität grauer und blauer Infrastrukturen für die städtische Bevölkerung stärker in das öffentliche Bewusstsein gerückt haben (Bentlin et al. 2021). So wurden während der Pandemie beispielsweise urbane Freiräume intensiver für Aufenthalt, Begegnung, Sport oder Kultur genutzt. Auch die Anzahl der Radfahrer:innen und Fußgänger:innen nahm, auch durch temporäre Veränderungen von Verkehrsinfrastrukturen, spürbar zu (European Environment Agency 2021). Um diesen veränderten Ansprüchen und Herausforderungen zu begegnen, müssen auch die grauen und blauen Infrastrukturen in der Stadt künftig vielfältiger, flexibler und effizienter als bisher entwickelt, gestaltet und genutzt werden (Erlwein et al. 2021; Trapp und Winker 2020; BBSR 2017).

Die Flächenkonkurrenzen in wachsenden Städten sowie die häufig dominierenden monofunktionalen und ineffizienten Flächennutzungen führen u. a. zu ungleich verteilten Zugängen zu Umweltressourcen sowie zu einer divergierenden Exposition gegenüber gesundheitsrelevanten Umweltbelastungen (BMUB 2017). Im Straßenraum wächst die Konkurrenz um Flächen unterschiedlicher Verkehrsträger und Mobilitätsangebote, d. h. für den motorisierten Individualverkehr, den Umweltverbund und neue Mobility-as-a-Service Angebote, sowie für die aktive Mobilität mit dem Rad und

zu Fuß (Vallée et al. 2021). Hinzu kommt in der sich verdichtenden Stadt die erforderliche Verbesserung der Aufenthaltsqualitäten im Freiraum, so auch im öffentlichen Straßenraum (z. B. durch Parklets oder Begrünung). Gleichzeitig müssen Flächen für Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung qualifiziert oder geschaffen und erhalten werden, um z. B. die Frisch- und Kaltluftversorgung sicherzustellen oder den Rückhalt, die Versickerung und die Verdunstung sowie die schadensfreie Ableitung von Regenwasser zu gewährleisten (BBSR 2016).

Auch entlang urbaner Gewässer wachsen die temporären und dauerhaften Ansprüche an ihre ökologische Aufwertung und eine multifunktionale Nutzung auch als Verkehrsraum, während gleichzeitig der Nutzungsdruck auf diese Räume in den zunehmend heißeren Sommern steigt und die Gewässer selber sowie ihre Ufer zu begehrten Wohnlagen werden.

Diese sich wandelnden Ansprüche an urbane Freiräume führen dazu, dass die entsprechenden Anforderungen an ihre räumliche Gestaltung, ihre Funktionen sowie die verschiedenen Nutzungen und Nutzer:innengruppen in der Planung, der Umsetzung und im Betrieb künftig stärker im Sinne einer Umwidmung bzw. Neuverteilung von Flächen berücksichtigt werden müssen. Eine wesentliche Herausforderung der klimaangepassten und zukunftsfähigen Stadtentwicklung ist es daher, die Flächen der bislang in der Regel funktional, räumlich und administrativ separierten grauen und blauen linearen Infrastruktursysteme aus Straßen und Gewässern nicht unabhängig voneinander zu qualifizieren, sondern sie miteinander zu verknüpfen und so intelligent zu kombinieren, dass die unterschiedlichen Nutzungen und Funktionen verträglich untergebracht werden können (siehe Kapitel 2; McPhearson et al. 2021; BGS 2020; Trapp und Winker 2020).

Unabhängig vom jeweiligen Transformationsbegriff ist allen Transformationskonzepten ein systemischer Zugang gemein (BBSR 2020). Die skizzierten Anforderungen an eine Transformation blauer und grauer Infrastrukturen beziehen sich auf verschiedene Maßstabsebenen und betreffen sowohl die gesamtsystemische Ebene (z. B. Gesamtstadt) als auch Teilräume in Stadtquartieren, bei denen spezifische lineare Strukturen, wie z. B. Straßen oder Kanäle, oder kleinteilige Einzelelemente entlang dieser Strukturen betrachtet werden. Im Zuge der skizzierten Herausforderungen an städtische lineare Infrastrukturen fragt der Forschungsverbund LILAS, wie deren Transformation einen Beitrag zur gesamtstädtischen nachhaltigen Entwicklung leisten kann? Wie sich lineare Infrastrukturen in Transformationsprozessen nachhaltiger gestalten lassen, wird im weiteren Projektverlauf in konkreten Analysen in verschiedenen Hamburger Fokusräumen exemplarisch vertieft. Nachhaltige Entwicklung wird hier als Leitbild einer zukunftsfähigen gesellschaftlichen Entwicklung verstanden.

1.1 Zum Verständnis linearer Infrastrukturen

Das räumliche Forschungsfeld des Forschungsverbundes LILAS bilden die linearen Infrastrukturen im urbanen Raum. Diese setzen sich aus unterschiedlichen blauen, grauen und grünen Infrastrukturen zusammen, die durch ihre Trassierung räumlich jeweils **Korridore** bilden. Jede einzelne Infrastruktur - beispielsweise eine Straße, ein Gewässer oder ein Grünzug - verläuft jeweils linear von ihrem Ausgangspunkt zu ihrem Zielpunkt und bildet in ihrem Verlauf einen Korridor. Dieser Korridor kann wiederum in funktionale Teilräume ausdifferenziert werden: den Fließraum, den Interaktionsraum sowie den an den Korridor angrenzenden Raum (Umfeld). Dabei sind diese Teilräume je nach spezifischer Lage, Hauptfunktion und Gestalt der Infrastrukturen unterschiedlich eng miteinander verflochten. Die räumliche Struktur von Infrastrukturkorridoren und ihren Teilräumen wird ausführlich im Kapitel 5 beschrieben.

Die einzelnen miteinander verbundenen Infrastrukturen bilden gemeinsam **Infrastrukturnetze**, die sich wiederum überlagern und ein zusammenhängendes Grundgerüst der **Infrastrukturlandschaften** mit hoher Stabilität, Redundanz an Funktionen und Merkmalen sowie Dauerhaftigkeit bilden. Innerhalb dieser Infrastrukturlandschaften verändert sich die Stadtgestalt über längere Zeiträume und passt sich an die wechselnden Anforderungen an.

In ihrer Vielfalt bilden lineare Infrastrukturen die Grundlage des städtischen Lebens. Sie bilden ein Gewebe aus technischem Raum, fluider Natur und urbaner Kultur. „Infrastrukturen verflüssigen nicht nur den gesellschaftlichen Austausch, sondern auch den Stoffwechsel mit der Natur. Weil sie auf Dauer gebaut sind und komplexe Organisationen erfordern, legen sie Gesellschaften gleichzeitig für lange Zeit fest, sie stellen also »Pfadabhängigkeiten« her“ (Heidenreich 2006 nach van Laak 2018: 27). Die raumerschließenden und -verbindenden linearen Infrastrukturen bilden einen robusten räumlichen Rahmen für die dynamische Stadtentwicklung. Neue gesellschaftliche Interessen und Nutzungen können in sie eingeschrieben und ihre Funktionen transformiert werden. Beispielsweise dienen historische Kanäle in der Stadt, die früher als Transport- und Handelswege und zur Entsorgung von Abwasser sowie Entwässerung genutzt wurden, heute häufig als blau-grüne Infrastrukturen zur Erholung und als Elemente der Biotopvernetzung.

Als Flächenkulisse für die Bearbeitung der in diesem Kapitel skizzierten Problemstellungen und Herausforderungen fokussiert sich das LILAS-Projekt auf die linearen Infrastruktursysteme der **kanalisierten Gewässer und Stadtstraßen**, als Teile der blauen und grauen Infrastrukturlandschaften in der Stadt. Das beinhaltet eine Beschäftigung mit verschiedenen Typen dieser beiden Infrastruktursysteme, z. B. kanalisierte Fließgewässer und Kanäle als stehende Gewässer, Hauptverkehrsstraßen und Erschlie-

ßungsstraßen. Eine praktische und angewandte Relevanz hat dieser Forschungsfokus durch den unmittelbaren Bezug zu den umfangreichen Aktivitäten in der Hamburger Praxis. Hierzu zählen beispielsweise das Projekt RISA (Regeninfrastrukturanpassung), z. B. zur wassersensiblen Straßenraumgestaltung, sowie das in 2022 gestartete Naturschutzgroßprojekt „Urbane Gewässerkorridore“ der Stiftung Lebensraum Elbe zu innerstädtischen Gewässern. Im Rahmen der Stadtentwicklungs- und Verkehrsplanung sind die aktuell laufende Erarbeitung des Masterplans Magistralen, die Umsetzung von BlueGreenStreets Maßnahmen (BGS 2022a+b) sowie eine Vielzahl von Projekten im Rahmen der Mobilitätswende durch die Stadt Hamburg und von zivilgesellschaftlichen Initiativen zu nennen (z. B. freiRaum Ottensen, Autofreies Rathausquartier, Superbüttel, Altstadtküste).

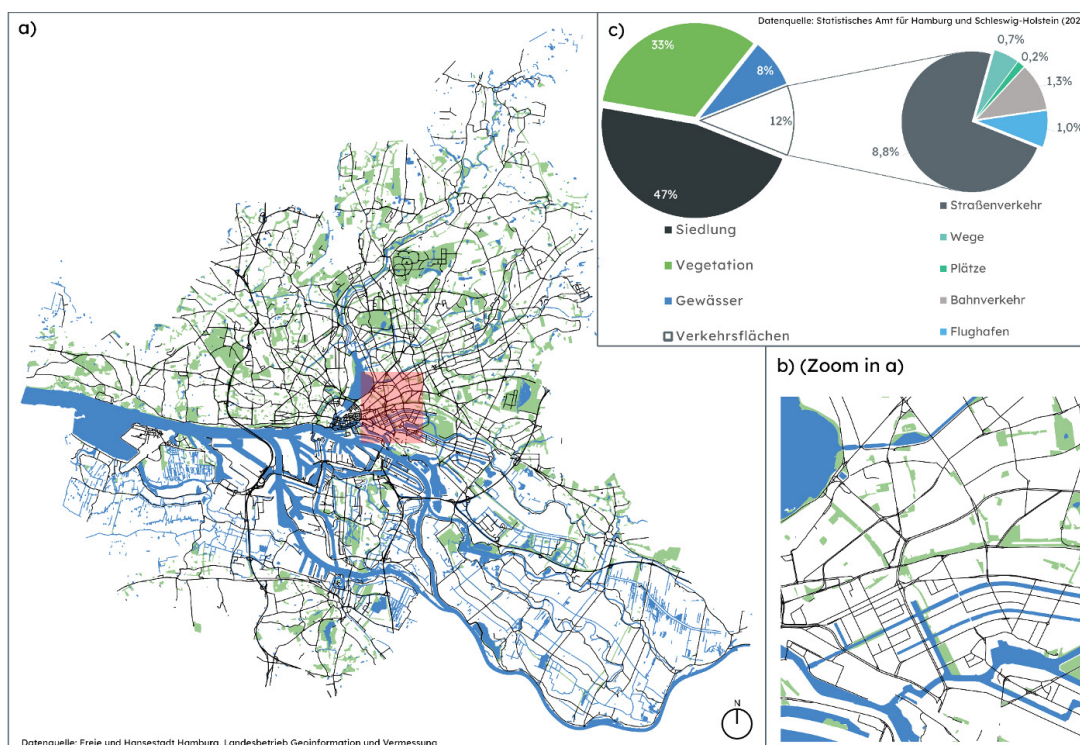


Abbildung 2: a) Eine Auswahl aus dem Netz der linearen grauen, grünen und blauen Infrastrukturen in Hamburg (Quelle: Geoportal Hamburg); b) Vergrößerung eines Ausschnitts (roter Bereich); c) Flächenanteile der unterschiedlichen Nutzungen an der Gesamtfläche (Quelle: Statistisches Amt Hamburg und Schleswig-Holstein 2021)

Große Teile der Städte werden von Infrastrukturen erschlossen und bedeckt. Die dafür genutzten Flächen befinden sich in der Regel in öffentlichem Eigentum und bieten somit große Flächenpotenziale für die Umsetzung von Maßnahmen zur Erreichung klima- und gesellschaftspolitisch relevanter Ziele (BMI/BBSR 2021; Trapp und Winker 2020). In Hamburg beispielsweise machen die Verkehrsflächen 12,4 % und die Gewässerflächen 8,2 % der Gesamtfläche der Stadt aus (siehe Abbildung 2; Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein 2021 - Stand 31.12.2020). Differenziert man weiter, macht die Straßenverkehrsfläche (alle für die bauliche Anlage Straße erforderlichen Flächen und die dem Straßenverkehr dienenden bebauten und unbebauten Flächen) 8,8 % der Gesamtfläche aus (ebd.).

Seit dem 19. Jahrhundert hat der Ausbau der Infrastrukturen städtische Industrialisierungsprozesse ermöglicht, begleitet und befördert. Er hat das wirtschaftliche Paradigma des stetigen Wachstums unterstützt und die Wettbewerbsfähigkeit der Standorte beeinflusst. So sind Infrastrukturnetze zu wesentlichen Standortfaktoren geworden, die für die wirtschaftliche Entwicklung einer Stadt oder Region essentiell sind, indem sie den „Verkehr und eine Zufuhr an Ressourcen und Energien [...] ermöglichen, aber auch den Abtransport von Produkten und Abfall. Überdies sahen sich die Städte untereinander in einem Wettstreit um die möglichst großzügige Anlage solcher Infrastrukturen“ (van Laak 2017: 6). Die sozialen und ökologischen Potenziale dieser Räume spielten für die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der Städte lange Zeit nur eine untergeordnete Rolle. Vor allem die linearen grauen und blauen Infrastrukturen, wie Kanäle, Straßen und andere für den Verkehr bzw. Transport angelegte Korridore, wurden als rein technische Infrastrukturen verstanden und gestaltet. **Technische Infrastruktur** umfasst die Verkehrsinfrastruktur, Informations- und Kommunikationstechnologie sowie Ver- und Entsorgungssysteme (Wasserwirtschaft, Energiewirtschaft, Abwasser- und Abfallentsorgung) (Schmidt und Monstadt 2018). Dementsprechend wurden technisch orientierte Richtlinien und Regelwerke für die Gestaltung dieser Räume entwickelt, die bis heute die Aufteilung der Flächen und Nutzungen wesentlich prägen (siehe Kapitel 4.2).

Durch die staatliche Gewährleistungsverantwortung für die Daseinsvorsorge übernimmt der Staat bei der Bereitstellung und dem Unterhalt von Infrastrukturen eine hoheitlich planende und steuernde Funktion. Die Rollen von Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft als planende Akteur:innen bei der Infrastrukturentwicklung wurden in den vergangenen Jahrzehnten jedoch zunehmend relevanter (van Laak 2017). Ebenso hat sich seit den 1990er Jahren die ursprünglich stark wirtschaftsbezogene Betrachtung und Definition von Infrastrukturen und Daseinsvorsorge fragmentiert, indem soziale Infrastruktur und technische Infrastruktur stärker getrennt betrachtet wurden (Schmidt und Monstadt 2018). **Soziale Infrastruktur** umfasst dabei Institutionen des Bildungswesens und Gesundheitswesens sowie Sozial-, Kultur-, Erholungs-, Freizeit- und Sporteinrichtungen und Einrichtungen der öffentlichen Verwaltung und Sicherheit.

Zu Beginn des 21. Jahrhunderts prägt die hohe Geschwindigkeit der Umweltveränderungen, insbesondere die Klimakrise, zunehmend die Infrastrukturdebatten. Als Ausgleich bzw. Gegenmodell zum rein technischen und materiellen Verständnis hat dies die Entwicklung des Konzeptes der ökologischen bzw. **grünen Infrastruktur** befördert. Darunter wird ein geplantes bzw. im Zusammenhang betrachtetes Netzwerk aus natürlichen oder naturnahen Lebensräumen auf unterschiedlichen räumlichen Maßstäben verstanden, die mit Blick auf die Bereitstellung eines breiten Spektrums an Ökosystemleistungen angelegt und bewirtschaftet werden (z. B. Burgess 2015; European Commission 2013). Das deutsche Bundeskonzept für die grüne Infrastruktur beschreibt u. a. Nationalparks, Naturschutzge-

biete, Biosphärenreservate, Wälder und Moore sowie die Biotopverbünde als wesentliche Bestandteile der grünen Infrastruktur mit Bedeutung für die biologische Vielfalt (BfN 2017). Zudem werden weitere spezifische Räume aufgrund ihrer Funktionen für das kulturelle und natürliche Erbe und ihren Erholungswert genannt (u. a. Flussauen, Stadtnatur sowie einzelne Böden), die besonders im Zusammenhang mit dem Klimawandel als relevante Flächen erkannt werden (ebd.).

Durch die Verknüpfung der Begriffe „grün“ und „Infrastruktur“ wird die Notwendigkeit der grünen Infrastruktur für ein funktionierendes (städtisches) Leben betont und ein Bezug zur Wirtschaftlichkeit, die auch für technische Infrastrukturen relevant ist, hergestellt (BBSR 2017). Gerade mit Blick auf Klimawandelfolgen sollten grüne und graue Infrastrukturen zusammen gedacht werden, da sie einander ergänzen und zu umfassenderen Lösungen der Flächennutzung beitragen können (Nakamura 2022).

1.2 Herausforderungen für die Transformation linearer Infrastrukturen

Im Hinblick auf die spezifischen Veränderungen der Rahmenbedingungen sind die Anforderungen an Transformationen teilträumlich sehr unterschiedlich ausgeprägt und verlangen individuelle und lokal angepasste infrastrukturelle Lösungen (Schmidt und Monstadt 2018). Wenn vorhandene Strukturen nicht angepasst werden, sind diese zukünftig anfällig gegenüber Extremereignissen (OECD 2018). Im Forschungsverbund gibt es daher das Grundverständnis, dass der Wandel sich nicht auf die Korridore einzelner Infrastrukturen begrenzen kann, sondern eine erweiterte Perspektive auf die städtischen linearen Infrastrukturen eingenommen werden muss. Diese Perspektive soll ermöglichen, die unterschiedlichen Infrastrukturen integriert zu betrachten und die stark sektoralen und fachspezifischen Planungs- und Verwaltungsabläufe zu überwinden.

Eine Planungsstrategie zur Transformation bestehender Infrastrukturen zu integrierten grau-blau-grünen Infrastruktursystemen ist bislang in vielen Städten noch nicht vorhanden. In einigen Projekten und Städten wird bereits ein Dialogprozess über eine zukunftsfähige integrierte Ausgestaltung der Infrastrukturen geführt und an der Entwicklung solcher Strategien gearbeitet, z. B. im netWORKS Verbundprojekt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (Trapp und Winker 2020) oder dem Blue Green City Projekt der Southern Regional Assembly in Irland (SRA 2022). Ebenso sind prototypische technische Innovationen und Pilotprojekte in der Praxis bislang noch Einzelfälle und Ausnahmen. Daher ist ein Paradigmenwechsel notwendig, um die städtischen linearen Infrastrukturen nicht länger getrennt voneinander zu betrachten, sondern Städte als sozio-ökologisch-technische Systeme (SETS: social-ecological-technological systems) aufzufassen (Grimm et al. 2015) (siehe Kapitel 3). Der Forschungsverbund LILAS

beabsichtigt, eine solche übertragbare Perspektive zu entwickeln und diese am Beispiel von Transformationsprozessen linearer Infrastrukturen in Hamburg einzubringen.

1.3 Handlungsleitende Annahmen für den Forschungsverbund

Aus den beschriebenen Herausforderungen für die Transformation linearer Infrastrukturen werden drei handlungsleitende Annahmen für den Forschungsverbund abgeleitet:

Der Transformationsdruck auf die städtischen Flächennutzungen wächst

Die unterschiedlichen aktuellen Entwicklungsprozesse (Klimawandel, Mobilitätswende, Verdichtung, demografischer Wandel, Covid-19-Pandemie) führen besonders in wachsenden Städten zu einem Transformationsdruck auf die Flächennutzungen. Die Klimafolgenanpassung wird dabei als ein wichtiger Treiber für eine integrierte Transformation der städtischen Flächennutzungen identifiziert.

Lineare Infrastrukturen sind aufgrund ihrer räumlichen Struktur und ihrer Eigentumsverhältnisse für integrierte Transformationsprozesse besonders geeignet

Für eine klimaangepasste, den Freiraum qualifizierende integrierte Transformation werden die linearen Infrastrukturen aufgrund ihrer räumlichen Struktur (vernetztes Grundgerüst für die Stadt) und ihrer Eigentumsverhältnisse (öffentliches Eigentum) als besonders geeignet betrachtet. Daher werden im Forschungsprojekt die Flächen funktional und räumlich separierter grauer und blauer linearer Infrastrukturen (speziell Stadtstraßen und kanalisierte Gewässer) als räumliches Handlungsfeld ausgewählt.

Interdisziplinäre und integrierte Zielsetzungen sind in den Regelwerken und Richtlinien für die Infrastrukturplanung noch nicht ausreichend berücksichtigt

Damit Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung und zur Steigerung der Lebensqualität in linearen Infrastrukturen umgesetzt werden können, müssen interdisziplinäre Perspektiven eingenommen werden, wie sie in aktuellen Leitbildern der Stadtentwicklung bereits gefordert werden (z. B. Neue Leipzig Charta). Derzeit sind die Planungsprozesse und Verwaltungsstrukturen sowie die fachlichen Regelwerke und Richtlinien aber noch sektoral getrennt. Eine integrierte Planung wird daher in der Praxis (bislang) in nur wenigen Fällen umgesetzt.

Im interdisziplinären Forschungsverbund LILAS werden diese Annahmen für die städtischen Infrastrukturen vorweg gestellt. Sie sind Ausgangspunkte für die Untersuchung der Transformation zu integrierten linearen Infrastrukturen. Das Verständnis der Transformation zur LILAS-Zielvorstellung integrierter Infrastrukturen wird in den folgenden Kapiteln näher beschrieben.

2. Zielvorstellung für die Transformation linearer Infrastrukturen

(Kreutz, S.; Quanz, J.; Stokman, A.)

Vor dem Hintergrund der im Kapitel 1 beschriebenen Herausforderungen für die Transformation linearer Infrastrukturlandschaften, haben die LILAS-Verbundpartner:innen in der ersten Projektphase eine gemeinsame **Zielvorstellung** für die Bearbeitung des Projektes und als übergeordnete strategische Planungsperspektive für die Transformation formuliert. Dafür ist zunächst die Definition der **leitenden Prinzipien** für die Transformation von Straßen und kanalisierten Gewässern hinsichtlich ihrer Multifunktionalität der Gestaltung, Nutzung und Leistungen sowie der Multicodierung des Prozesses erforderlich.

Multifunktionalität beschreibt die Fähigkeit eines Stadtraumes bzw. eines Infrastruktorkorridors, mehrere Funktionen (Aufgaben) gleichzeitig zu erfüllen (vgl. BGS 2022a). Durch die räumliche Überlagerung bzw. die zeitliche (gleichzeitige, temporäre oder auch zeitlich gestaffelte) Verknüpfung von Funktionen können vielfältige soziale, ökologische oder technische Anforderungen erfüllt werden, die sich z. B. auf Personen, Wasser, Fahrzeuge oder Energie beziehen. Bei Bedarf bzw. technischem Erfordernis ist eine Differenzierung zwischen zu sichernden und prioritären Kern-, Leit- oder Hauptfunktionen der Flächen bzw. Infrastrukturen sowie den optionalen (temporären) Zusatzfunktionen bzw. Mitnutzungen möglich. Es gibt verschiedene räumliche Maßnahmen, um Multifunktionalität zu ermöglichen. Diese reichen von ergänzenden punktuellen Einzelementen über die neue Aufteilung von Flächen bis zur Umwidmung der Flächennutzungen und dem Ersatz der bisherigen Hauptfunktion. Die Realisierung multifunktionaler Flächen bzw. Infrastrukturen ist eine komplexe gestalterische, organisatorische und regulative Aufgabe, da verschiedene Zuständigkeiten und Anforderungen sowohl in der Planung als auch in der Nutzung abgestimmt werden müssen.

Multicodierung beschreibt die Strategie bzw. den Planungsansatz zur Realisierung multifunktionaler Räume. Es handelt sich dabei um eine Akteursstrategie im Sinne eines Prozesses zur Verhandlung und Abstimmung der heterogenen, sich überlagernden und ggf. auch widersprechenden Bedürfnisse, Nutzungsansprüche, Zielvorstellungen und Interessenlagen (Codes) an Räume und Flächen mit dem Ziel des Zusammenwirkens der Akteur:innen, um ein Mehr an Qualität und Nutzungsvielfalt zu erreichen (Becker 2020). Das Weißbuch Stadtgrün des Bundes fordert bereits die Entwicklung von „Multicodierungsstrategien“ für das Stadtgrün und ihre strategisch-konzeptionelle Verankerung in integrierten städtebaulichen Entwicklungskonzepten, die die unterschiedlichen und „mehrdimensionalen“ Interessen und Anforderungen an Freiräume berücksichtigen (BMUB 2017).

Unter Verwendung dieser Prinzipien ergibt sich für LILAS folgende Zielvorstellung:

Multifunktionale Stadtstraßen und kanalisierte Gewässer führen soziale, ökologische und technische Belange zusammen. Durch eine entsprechende Transformation können sie wichtige Beiträge zur Anpassung an den Klimawandel, zur Mobilitätswende, zur Förderung eines naturnahen Wasserkreislaufs, zur Steigerung der urbanen Biodiversität sowie zur Verbesserung der urbanen Lebensqualität leisten. Die **multicodierten** Prozesse der Planung, Gestaltung und Unterhaltung entsprechender Stadtstraßen und kanalisierter Gewässer legen einen besonderen Fokus darauf, die unterschiedlichen sektoralen, fachlichen und gesellschaftlichen Anforderungen und Rahmenbedingungen an die bestehenden Infrastrukturen zu berücksichtigen und zu integrieren.

Diese Zielvorstellung greift die unterschiedlichen fachlichen Herausforderungen für die Transformation von Stadtstraßen und kanalisiertem Gewässern auf und orientiert sich an den Zielsetzungen einer zukunftsfähigen klimaangepassten und gemeinwohlorientierten Stadtentwicklung. Dabei gilt es, sowohl die potenziellen sozialen, ökologischen und technischen Dimensionen und Leistungen dieser Räume als auch ihre vielfältigen Funktionen für unterschiedliche Ressourcen (siehe Tabelle 1 in Kapitel 5.1) zu berücksichtigen und möglichst optimal miteinander zu verknüpfen.

Im Ergebnis sollen bzw. müssen diese grauen und blauen Infrastrukturen zukünftig sowohl ihre Funktionen als leistungsfähige und sichere Fließräume für den Transport unterschiedlicher Medien (Personen, Fahrzeuge, Wasser oder Arten) erfüllen, aber zusätzlich auch Raum für Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung schaffen sowie attraktive, vielfältige und naturnahe Lebens- bzw. Aufenthaltsräume für alle Lebewesen in der dichten Stadt bieten (vgl. BGS 2020: 9).

Der LILAS-Forschungsverbund betrachtet sowohl die räumliche Ebene einzelner Infrastrukturen (**Korridor**), als auch das zusammenhängende Netzwerk der linearen Infrastrukturen in der Gesamtstadt bzw. der Region (**System**). Eine Herausforderung bei der Transformation besteht darin, die einzelnen Korridore immer auch im Zusammenhang des Gesamtsystems zu erfassen und miteinander zu verknüpfen, um die Wechselwirkungen mit den anderen Netzwerken linearer Infrastrukturen zu berücksichtigen.

Die konkreten **Transformationsansätze** zur multicodierten Schaffung von multifunktionalen Stadtstraßen und kanalisiertem Gewässern sind in der Praxis unterschiedlich und abhängig von spezifischen planerischen Rahmenbedingungen (siehe Kapitel 4) und räumlichen Gegebenheiten (siehe Kapitel 5 und 6).

3. Transformation von Infrastrukturen

(Gollata, J.; Meyer, C.)

Der Begriff der Transformation umschreibt einen grundlegenden Wandel nach der Überwindung bestimmter Formen oder Muster (Libbe 2014). Je nach disziplinärem Zugang wird der Begriff jedoch unterschiedlich besetzt. Im Rahmen der Nachhaltigkeitswissenschaft, deren Inhalt die Erforschung und Umsetzung einer nachhaltigen gesellschaftlichen Entwicklung darstellt, bezieht sich der Begriff Transformation auf den sozio-ökologischen Kontext und betrifft insbesondere die Beziehung zwischen Mensch/Gesellschaft und natürlicher Umwelt. Dabei ist der Begriff normativ ausgerichtet und geht von der Notwendigkeit aus, die globale Klima- und Umweltkrise der Moderne mit Hilfe eines veränderten Verständnisses von nachhaltiger und klimaverträglicher Entwicklung umwandeln zu müssen (WBGU 2011). Betont wird dabei die Integration der analytischen und politisch-strategischen Dimensionen von Transformation und damit einhergehend die Auseinandersetzung mit den Herausforderungen, die Transformationsprozesse sowie die gesellschaftlichen Anforderungen an diese zu gestalten (Schramm 2020).

Sozio-technische Vorstellungen (socio-technical imaginaries) stellen als kollektive Zielvorstellungen zukünftiger Lebenswelten einen Aspekt gesellschaftlicher Anforderungen dar. Sie bestärken oder beschränken politische Akteure darin, alternative Entwicklungspfade im Rahmen von Transformationsprozessen einzuschlagen. Dabei hängt die Wirkung im Wesentlichen davon ab, ob sozio-technische Vorstellungen zur Legitimation bestehender Annahmen und Strukturen beitragen und somit alternative Vorstellungen und damit einhergehende Entwicklungspfade blockieren, oder ob diese auf politischer und gesellschaftlicher Ebene aufgegriffen werden und ihre transformative Wirkung entfalten können. Der analytische Ansatz setzt bei der Betrachtung multipler Einflussdimensionen auf gesellschaftlich-normativer, politischer und technischer Ebene an und zielt darauf ab, vielversprechende sozio-technische Vorstellungen mit der erwünschten Transformationswirkung und möglichen Anknüpfungspunkten im staatlich-gesellschaftlichen Kontext zu identifizieren (Beck et al. 2021).

Bei der Frage danach, wie veränderte gesellschaftliche Vorstellungen unterstützt und vorangetrieben werden können, spielen Governance-Ansätze eine entscheidende Rolle. Dazu trägt einerseits eine übergreifende Systemperspektive bei, welche die einzeln verbundenen Elemente als Ganzes versteht und zum Ziel hat, große gesellschaftliche Bereiche zu transformieren. Andererseits rückt die Identifikation und Analyse einzelner Elemente, Subsysteme oder Handlungsfelder in den Fokus, um Hebel für die Transformation zu identifizieren (UBA 2015). Im Kontext wachsender Städte, zunehmender Flächenkonkurrenzen, erforderlicher Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel und gesteigerter Anforderungen an die Funktionen und Quali-

täten von Flächen, wächst die Notwendigkeit der Transformation urbaner Infrastrukturen, da sie wie beschrieben vielfältigen Herausforderungen gegenüberstehen, große urbane Flächen einnehmen und es integrierter Lösungen bedarf, um sie nachhaltig weiter zu entwickeln (Trapp und Winker 2020). Dabei sind Transformationsdynamiken immer von einem hohen Grad an Unsicherheit und Komplexität geprägt (Libbe 2014), die ebenen- und sektorenübergreifend koordiniert werden müssen (Bauriedl et al. 2021).

3.1 Sozio-technische und sozio-ökologische Systeme

Die nachhaltige Gestaltung und Entwicklung linearer Infrastrukturen bedarf eines grundlegenden Wandels **sozio-technischer und sozio-ökologischer Systeme** (Elmqvist et al. 2019; Savaget et al. 2019). Sozio-technische Systeme thematisieren die Stabilität und Pfadabhängigkeit von Infrastruktursystemen, beschreiben und erklären auf Mikro-, Meso- und Makroebene Innovation und Wandel und betonen die Interaktion sozialer und technischer Komponenten in komplexen Systemen. Ursprünglich entstanden im Rahmen organisationssoziologischer (Trist 1981) und systemtheoretischer Diskurse (von Bertalanffy 1950) wird dieser Ansatz dazu genutzt, das Verständnis von Transformationen zu konzeptualisieren, indem Strukturebenen definiert werden, über die hinweg Wandel stattfinden kann (Geels 2002; Rip und Kemp 1998; Schot 1998). Ausgehend von der Kombination aus Ansätzen zu sozio-technischen Systemen und Ansätzen der Evolutionsökonomik, entwickelten Geels und Schot ein **Multi-Level-Perspective-Modell für die Transformation sozio-technischer Systeme** (Geels und Schot 2010; Geels 2002). Dabei wird unter Einbezug der drei funktionell-konzeptionellen Strukturebenen der Landscape, dem sozio-technischen Regime und der Nische der Wirkzusammenhang zwischen der (In-)Stabilität von sozio-technischen Strukturen, exogenen Entwicklungseinflüssen und Innovationen integriert betrachtet. Die funktionale Mikroebene bildet die so genannte technische **Nische** (technological niches), in der technische Innovationen entstehen. Nischen können als Kontexte verstanden werden, die es instabilen Akteursnetzwerken ermöglichen, innovationsbezogene Lernprozesse zu durchlaufen und potenzielle Innovationen in Bezug auf spezifische Anwendungsbereiche weiter zu entwickeln. Die funktionale Mesoebene bildet das sozio-technische **Regime** (socio-technical regime), welches die vorherrschenden Strukturen mit ihren gesellschaftlichen Funktionen (sozio-technisches System), gesellschaftsspezifischen Kulturen, Routinen und Konventionen (Akteure und soziale Gruppen) sowie die Regeln und Normen (Regelsystem) eines Gesamtsystems abbildet und dadurch von einer gewissen Stabilität gekennzeichnet ist. Die Makroebene bildet die wenig beeinflussbare, exogen einwirkende sozio-technische **Landscape** (socio-technical landscape), welche die Rahmenbedingungen für grundlegende Veränderungen auf den anderen beiden Ebenen schafft (Geels 2005). Dazu gehören beispielsweise globale Entwicklungen, wie das Erdklima oder die Covid-19-Pandemie. Zur Anwendung des beschriebenen Modells des sozio-technischen Sys-

tems wird dieses um Konzepte wie Transition Governance (Voß und Kemp 2006) oder Transition Management ergänzt (Loorbach 2007; Rotmans et al. 2001). Ersterer bezeichnet die proaktive Steuerung des gesellschaftlichen Wandels in Richtung Nachhaltigkeit, während Transition Management-Ansätze ein prozessorientiertes Modell zur Analyse und Begleitung von Umbruchprozessen darstellen. Dabei sind solche „steuerungsoptimistischen“ (Bauriedl et al. 2021: 24) Transition-Ansätze eher inkrementell zu verstehen, die zusammengefasst zu einer Transformation beitragen (können). Transformation ist dabei kein alleiniges Ergebnis von Akteurshandeln, sondern ein fortlaufender Entwicklungsprozess von materiellen, sozialen und kulturellen Veränderungen (Geels und Schot 2010). Entwicklungen in gesellschaftlichen Subsystemen, z. B. Mobilität oder Energie, können demnach als Transitionen verstanden werden, während Transformationen als Veränderungsprozesse in größerem Maßstab (global, regional, lokal) zu verstehen sind und auch sozio-ökologische Interaktionsprozesse mit einbeziehen (Hölscher et al. 2018; Loorbach et al. 2017; Rotmans und Loorbach 2011). In der wissenschaftlichen Literatur gibt es eine intensive Auseinandersetzung über die Frage, ob Transformationen erfolgreicher sind, wenn sie von oben nach unten erfolgen (ausgehend von der Makroebene), auf der Mesoebene oder auf der Mikroebene ihren Anfang nehmen (Abson et al. 2017 für einen Überblick).

Mit Blick auf die Nischen und deren Bedeutung für den LILAS-Kontext, werden mit dem aus der Innovationssoziologie und der Evolutionsökonomie stammenden Ansatz des Strategischen Nischenmanagements (strategic niche management) Nischen als Inkubatoren für Innovationen betrachtet. Im Fokus stehen dabei “geschützte Räume”, z. B. im Rahmen von Pilot- oder Forschungsprojekten, in denen Innovationen losgelöst vom üblichen Entwicklungs- und Selektionskontext des Regimes weiterentwickelt und erprobt werden können (Kemp et al. 1998; Rip und Kemp 1998). Aufeinander aufbauende Projekte können zudem auf sich selbst bezogene Zyklen der prozessualen Weiterentwicklung anstoßen, wodurch sich neue Innovationspfade erschließen können (Köhler et al. 2019; Geels und Raven 2006).

Neben der dargestellten Interdependenz sozialer und technischer Systeme spielen für die Transformation urbaner linearer Infrastrukturen im Rahmen dieses Projektes sozio-ökologische Systeme ebenfalls eine wesentliche Rolle. Die von Ostrom (1990) initiierte Literatur zu **sozio-ökologischen Systemen** befasst sich mit den menschlichen Dimensionen sozialer und ökologischer Dilemmata und fokussiert primär auf Themen der Nachhaltigkeitstransformation und Resilienz (McPhearson et al. 2021a). Dabei lassen sich sozio-ökologische Systeme als zusammenhängende Systeme aus biophysikalischen und sozialen Faktoren definieren, die interagieren, sich über eine Reihe hierarchisch verbundener Skalen erstrecken und einer kontinuierlichen ko-evolutionären Entwicklung unterliegen (Redman et al. 2004). Ein Beispiel dafür ist die durch den Menschen angetriebene zunehmende Bodenversiegelung, die Austauschvorgänge wie Versickerung und Verdunstung, Gasaustausch und biotische Prozesse weitgehend unterbin-

det, dadurch die Boden- und Ökosystemfunktion beeinträchtigt und so, insbesondere in verdichteten urbanen Gebieten mit hohem Nutzungsdruck, direkte Auswirkungen auf die Klimaanpassungsfähigkeit hat, insbesondere in verdichteten urbanen Gebieten mit hohem Nutzungsdruck (UBA 2021). Anders als der sozio-technische Ansatz, der Strukturebenen für die Analyse von Transformationen vorschlägt, befassen sich sozio-ökologische Ansätze stärker mit der Wechselbeziehung zwischen Mensch und Natur und den daraus folgenden Notwendigkeiten und Dilemmata der Anpassung.

Gleich ist beiden Ansätzen aber der Fokus auf die Interdependenzen verschiedener Dimensionen oder Ebenen. Im Kontext der Infrastrukturentwicklung und -gestaltung bieten sie somit wesentliche Anhaltspunkte. So müssen Infrastrukturen in ihrem ko-evolutionären Zusammenspiel betrachtet werden, um Rückschlüsse auf zukünftige Planungen und Entwicklungen ziehen zu können. Die Konzeptualisierung sozio-ökologischer Systeme zielt dabei besonders auf die institutionelle und ökologische Resilienz (Berkes und Folke 1998). Gerade in der Betrachtung linearer Infrastrukturen und deren Transformationserfordernis besteht allerdings die Gefahr, dass die vorrangige Befassung mit biophysikalischer oder ökonomischer Quantifizierung der Interaktionen zwischen Gesellschaft und Technik oder Gesellschaft und Ökosystemen kritische Elemente übersieht und zugrunde liegende soziale Treiber wie den marktwirtschaftlichen Wettbewerb und ungleiche Machtverhältnisse nicht ausreichend berücksichtigt (McPhearson et al. 2021a).

3.2 Infrastrukturentwicklung in sozio-ökologisch-technischen Systemen

Das Konzept der **sozio-ökologisch-technischen Systeme** (engl. SETS) greift die wesentlichen Elemente der beiden eingangs beschriebenen Konzepte auf. Es zielt darauf, die Beschränkungen eines rein sozio-technischen Ansatzes zu überwinden, der ökologische Funktionen ausschließt, oder eines rein sozio-ökologischen Ansatzes, bei dem die kritische Rolle von Technologie und Infrastruktur übersehen werden kann, die grundlegende Bestandteile und Triebkräfte z. B. der Dynamik städtischer Systeme sind (McPhearson et al. 2021a). Ökologische und soziale Systeme sind von Bedeutung, um den Herausforderungen an Infrastrukturen und deren Transformation zu begegnen. Das SETS-Konzept betrachtet Städte deshalb als hochkomplexe Systeme, die durch Wechselwirkungen und gegenseitige Abhängigkeiten zwischen den sozio-kulturell-ökonomischen Governance Systemen (sozial), klimatisch-biophysikalisch-ökologischen Systemen (ökologisch) und technisch-technologischen Infrastruktursystemen (technisch), die urbane Muster und Prozesse bedingen, gekennzeichnet sind (McPhearson et al. 2021a; Grabowski et al. 2017; Grimm et al. 2015). Mit einer Ausrichtung auf Anpassungskapazitäten, Resilienz und grundlegende Transformationen in all diesen Dimensionen gleichzeitig, bietet der Ansatz eine Grundlage für angewandte Perspektiven auf die urbane Entwicklung. So können inno-

vative Maßnahmen untersucht und gleichzeitig Hemmnisse für eine Veränderung in den einzelnen Subsystemen identifiziert werden (McPhearson et al. 2021b). Nach Auffassung von Grimm et al. (2015) müssen zukünftige Infrastruktursysteme „hybride“ Strukturen sein, die multifunktional geplant und gestaltet sind, um das Risiko eines Systemversagens zu reduzieren. Der SETS-Ansatz unterstützt durch seine systemische Perspektive auch die transdisziplinäre Erarbeitung von Szenarien und Visionen für die Gestaltung von Infrastrukturen. Die einzelnen Dimensionen - sozial, ökologisch und technisch - und ihre jeweiligen Interaktionen sind in Abbildung 3 beispielhaft dargestellt.

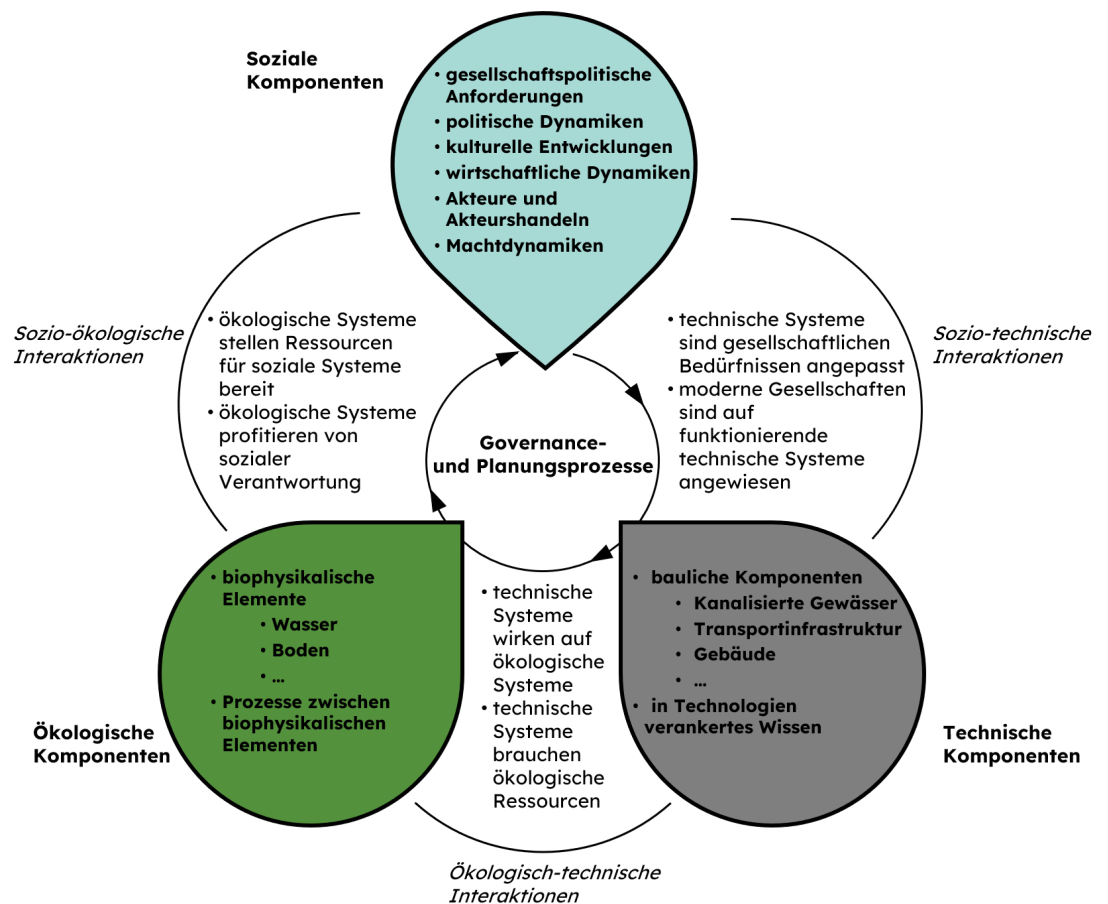


Abbildung 3: Konzept der sozio-ökologisch-technischen Systeme (SETS) (Quelle: Eigene Darstellung nach Markolf et al. (2018); McPhearson et al. (2021a); Kim et al. (2021) / Übersetzung durch LILAS)

Studien über urbane Infrastrukturen aus einer integrierten SETS-Perspektive gibt es bisher wenige. Markolf et al. (2018) stellen im Rahmen einer vergleichenden Fallstudienanalyse verschiedener Flutereignisse fest, dass die Betrachtung von Gewässerinfrastrukturen aus SETS-Perspektive die Anpassungsfähigkeit von Infrastruktursystemen erhöht, indem gezielt nachgezeichnet werden kann, wie gewisse Vulnerabilitäten entstehen und inwiefern multidisziplinäre Strategien zur Bewältigung dieser Herausforderungen eingesetzt werden können. Auf Ebene der Planungsprozesse vergleichen Kim et al. (2021) kommunale Anpassungsstrategien an Klimawandelfolgen und schlussfolgern, dass die Bewertung von Governance-Strategien mit Hilfe eines SETS-Rahmens für Planer:innen für den szenariobasierten Visionsprozess wertvoll ist, da sie darin unterstützen, die aktuelle Dynamik städtischer Systeme besser zu verstehen und entsprechende Anpassungsoptionen zu erkunden.

Bei der grundlegenden Steuerung und Regulierung systeminhärenter Interaktionen sind formelle und informelle Governance-Prozesse von Bedeutung, da sie Einfluss auf zukünftige Entwicklungen nehmen (Everard 2020). Die größte Herausforderung bei der Analyse von Governance- und Planungsprozessen liegt somit zum einen darin, ihre horizontale und vertikale Komplexität zu erfassen, zum anderen spielen zeitliche Aspekte eine wesentliche Rolle. Die Gestaltung linearer Infrastrukturen ist immer das Resultat vergangener Aushandlungsprozesse, ihre Entwicklung im Sinne einer nachhaltigen Transformation aber zugleich das Resultat zukunftsorientierter, multidimensionaler Szenarien.

Überträgt man sozio-technische und sozio-ökologische Perspektiven auf den LILAS-Kontext einer nachhaltigen Transformation linearer Infrastrukturen (siehe Abbildung 4), lässt sich auf konzeptioneller Ebene zunächst die oben skizzierte Multi-Level-Perspective anwenden. Dabei können spezifische Teilräume als Nischen betrachtet werden, in denen instabile oder wenig ausgeprägte (Akteurs-)Strukturen mit dem Ziel agieren, ihre innovativen Ideen durch Lern- und Anpassungsprozesse weiter zu entwickeln und Unterstützung für deren Realisierung zu gewinnen. Der Erfolg ist dabei von der Kompatibilität mit der pfadabhängigen Struktur des bestehenden sozio-ökologisch-technischen Regimes, das sich aus interagierenden Akteuren und sozialen Gruppen, Regeln und Normen, ökologischen Merkmalen und Prozessen sowie baulichen und infrastrukturellen Strukturen zusammensetzt, abhängig und kann im Kontext von LILAS auf die Ebene des Stadtstaates Hamburg übertragen werden. Mögliche Ansatzpunkte einer Transformation können sich dabei aus dem sozio-ökologisch-technischen Regime selbst ergeben (z. B. durch veränderte Normen) oder extern durch die einwirkende Landscape angestoßen werden. Aktuelle Beispiele hierfür bilden der Klimawandel oder die Covid-19-Pandemie, sodass über gesellschaftliche Debatten Governanceprozesse mit dem Ziel der Anpassung bestehender Strukturen und Prozesse in sozialer, ökologischer sowie technischer Hinsicht angestoßen werden. Im Rahmen des LILAS-Projektes lassen sich

durch die Untersuchung dieser Governance-Prozesse Treiber und Hemmnisse von Transformationsprozessen identifizieren, die bei der Entwicklung, Umsetzung und Skalierung nachhaltiger, multifunktionaler und multicodierter Infrastrukturkorridore berücksichtigt werden können (McPhearson et al. 2021a; Köhler et al. 2019; Geels 2005).

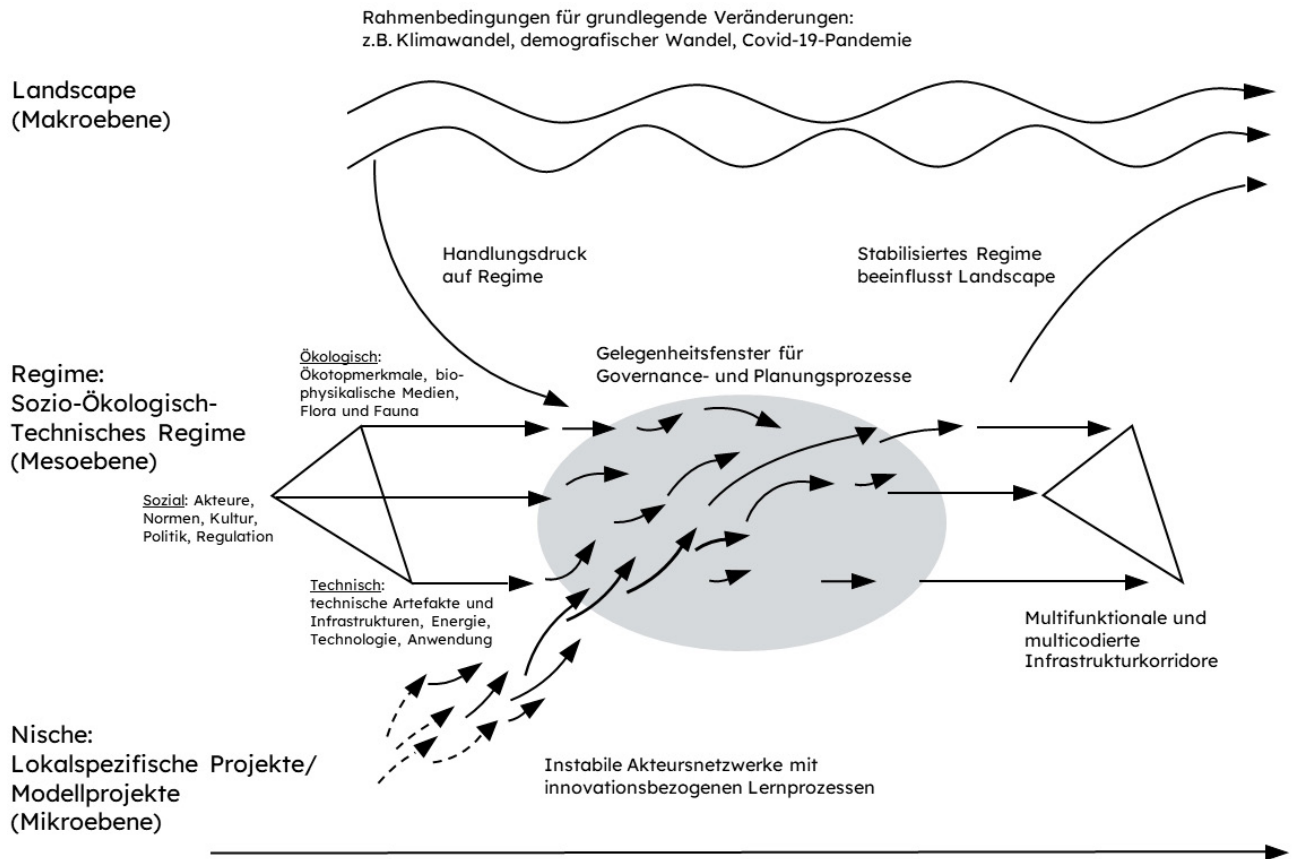


Abbildung 4: Lineare Infrastrukturkorridore im übergeordneten Transformationskontext (Quelle: Geels (2005); McPhearson et al. (2021a) / Übersetzung und Weiterentwicklung durch LILAS)

4. Leitbilder und Planungsvorgaben für lineare Infrastrukturen

(Quanz, J.; Matullat, J.)

Obwohl es keine festgelegte Definition des Leitbildbegriffs in Planungstheorie, Planungsrecht und Planungspraxis gibt, lassen sich einige Grundprinzipien für Leitbilder der raumbezogenen Planung erkennen. Zu unterscheiden ist dabei zwischen abstrakten Leitbildern, in denen langfristige, potenziell wünschenswerte Entwicklungen der Zukunft beschrieben werden, sowie räumlich konkreten Leitbildern mit einer idealen Vorstellung einer zukünftigen Nutzung, Gestaltung und Entwicklung von Räumen. Dabei werden Leitbilder umso konkreter dargestellt, je kleiner der räumliche Maßstab ist (BMVBS/BBSR 2009). In der Wiederaufbauphase nach 1945 äußerte sich die Planungshoheit des Staates in diversen städtebaulichen Leitbildern, die als Orientierungspunkte für die Stadtplanung dienten (Giesel 2007). Durch den Wandel der Rolle des Staates in Prozessen der Raumplanung in den anschließenden Jahrzehnten, werden die Leitbilder mittlerweile zumeist nicht mehr verbindlich vorgegeben, sondern vermehrt als Planungsinstrumente für einen kommunikativen Planungsprozess in der Regional- und Stadtentwicklung eingesetzt (ebd.).

Die heutigen Stadtstrukturen sind durch die an Leitbildern orientierte Planung geprägt und spiegeln zentrale Leitbildziele aus der Vergangenheit wider. Für die Entwicklung von neuen Leitbildern ist eine Skizzierung neuer Leitlinien und -ziele durch einen Leitbildprozess ebenso erforderlich, wie eine Ausformulierung der Leitbilder in Wort und Bild (Knieling 2006). Vor dem Hintergrund der zuvor dargestellten Zielvorstellung für die Transformation linearer Infrastrukturen (Kapitel 2) werden im Folgenden die bisherigen Leitbilder der urbanen Entwicklung sowie die Planungsvorgaben für lineare Infrastrukturen näher betrachtet.

4.1 Leitbilder der Stadtentwicklung

Stadtentwicklung wurde im Laufe der Zeit von wechselnden städtebaulich-räumlichen Leitbildern geprägt, die immer auch Einfluss auf die Infrastrukturplanung hatten, z. B. die Konzepte der Bandstadt oder der Gartenstadt. Ein besonders einflussreiches und prägendes Leitbild Anfang des 20. Jahrhunderts wurde in der Charta von Athen formuliert (Jessen 2018). Die darin propagierte strikte räumliche Funktionstrennung innerhalb der Stadt schlug sich in der Folge nicht nur in dem städtebaulichen Leitbild der „Autogerechten Stadt“ (Reichow 1959) nieder, sondern prägte auch die Vorschriften und Rechtsgrundlagen für die räumliche und bauliche Planung. Viele europäische Städte sind durch entsprechend gestaltete Infrastrukturen bis heute räumlich von diesem Ideal geprägt. Auch wenn sich die Leitbilder mittlerweile grundlegend gewandelt haben und durch die „Leipzig-Charta

zur nachhaltigen europäischen Stadt” (2007) und ihre Weiterentwicklung, die „Neue Leipzig Charta” (2020) wieder die durchmischte Stadt der kurzen Wege im Fokus steht (Moreno et al. 2021), haben geltende Rechtsgrundlagen (z. B. Gebietstypen der Baunutzungsverordnung, Abstandsgebote, Emissionsschutz und viele fachspezifische Richtlinien) diesen Wandel oftmals noch nicht nachvollzogen und bleiben daher in der praktischen Umsetzung hinter den zukunftsweisenden Ideen der neuen übergeordneten Leitbildern zurück.

Durch sich verändernde gesellschaftspolitische Debatten und daraus resultierende Anpassungen städtebaulicher Leitbilder, wird seit den 2000er Jahren auch das Konzept der nachhaltigen Stadt vermehrt als Leitbild in der wissenschaftlichen Debatte verwendet (de Jong et al. 2015). Dies deckt sich mit den Beobachtungen von Jessen (2018), dass die Weiterentwicklung des Leitbilds der durchmischten Stadt über die Entwicklung der Leipzig Charta hin zur nachhaltigen Stadtentwicklung führte. Dabei wurde das Konzept der nachhaltigen Entwicklung bereits 1987 durch den Brundtland-Bericht eingeführt und durch die UN-Konferenz in Rio de Janeiro 1992 zu einem wichtigen politischen Leitbild, das in der Folge auch in der Stadtplanung aufgegriffen wurde. Die ökonomische, ökologische und soziale Säule bilden folglich für die nachhaltige Stadtentwicklung das Fundament, das in einer integrativen Leitvorstellung zusammenläuft und sich in sechs Grundgedanken äußert: dezentrale Konzentration, endogene Regionalentwicklung, Vorrang der Innenentwicklung, Nutzungsmischung, Stadt der kurzen Wege sowie ausgeglichene Stadt-Land-Beziehungen (Rink 2018).

Unter den 2016 von der Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) beschlossenen vier Leitbildern und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland findet sich im Leitbild „Raumnutzungen steuern und nachhaltig entwickeln” die nachhaltige Entwicklung direkt und in den anderen Leitbildern indirekt wieder (Wettbewerbsfähigkeit stärken, Daseinsvorsorge sichern und Klimawandel und Energiewende gestalten) (MKRO 2016). Die Nachhaltigkeitsperspektiven der aktuellen Leitbilder verbleiben bislang jedoch häufig auf der konzeptionell-strategischen Ebene und es bedarf daher einer Übersetzung in geeignete planerische Lösungen und Instrumente, die in der Praxis zur Anwendung kommen können.

Leitbilder der Verkehrsplanung und der Wasserwirtschaft

Die Verkehrsplanung ist im Wesentlichen durch eine reaktive, sektorale Anpassungsplanung und das Leitbild der integrierten Verkehrsplanung gekennzeichnet. Hintergrund ist die politisch massiv geförderte Massentorisierung ab Ende der 1950er Jahre, die mit Wohlstandszuwächsen (Sachs 1990), Flächennutzungsänderungen (Hesse 1995) und der Reduktion von Mobilitätsalternativen (Hesse 1995) einherging. Aufgrund der stark steigenden Kfz-Zahlen wurde eine darauf ausgerichtete Verkehrsplanung erforderlich, da der Flächenbedarf des ruhenden und des fließenden Verkehrs die vorhandenen Kapazitäten zunehmend überstieg (Sachs 1990). Der

anschließende und bis heute andauernde Ausbau wurde seit den 1960er Jahren von ingenieurs- und wirtschaftswissenschaftlichen Überlegungen geprägt und bezieht sich auf die Leistungsfähigkeit der Infrastruktur als Grundlage für Wirtschaftswachstum. Dabei fließen insbesondere Fahrzeiteinsparungen in die Betrachtung von Kosten-Nutzen-Analysen ein, die jedoch aufgrund der Umwandlung in längere Wege (Metz 2008) oder des nicht Einbeziehens relevanter, aber schwer zu monetarisierender Faktoren (z. B. Folgen von Emissionen) in der Kritik stehen (Gössling et al. 2019). Das Leitbild der integrierten Verkehrsplanung, dessen Ursprünge in den 1920er Jahren liegen (Schwedes 2017), kam insbesondere in den 1960er und 1970er Jahren als Gegenentwurf zur Anpassungsplanung mit dem Ziel auf, die soziale Teilhabe und den gesellschaftlichen Austausch sicherzustellen. Dazu wird eine integrative Verkehrsplanung und -politik angestrebt, bei der die verschiedenen Verkehrsmittel berücksichtigt, Entwicklungen und Interdependenzen zwischen verschiedenen Sektoren mit in Planungs- und Entscheidungsprozesse einbezogen werden und eine Abstimmung mit den über- und untergeordneten Planungsebenen stattfindet. Als problematisch stellen sich die zahlreichen Zielkonflikte dar, die sich zum einen aus der sektoralen Verwaltungsorganisation und zum anderen aus divergenten Ansprüchen an das Verkehrssystem und darauf bezogene Effekte ergeben und sich nicht immer politisch lösen lassen (Gertz und Holz-Rau 2020).

Wasser stellt für alles Leben die Grundlage dar, sodass es international als kollektives Gut betrachtet wird, das durch ein integriertes Wasserressourcenmanagement (Integrated Water Resources Management IWRM) bewirtschaftet werden soll. Das IWRM zielt auf eine koordinierte Entwicklung der Wasser- und Landressourcen, die zu einer Steigerung des sozialen und ökonomischen Wohlergehens beiträgt, ohne funktionierende Ökosysteme zu beeinträchtigen (GWP 2000). Daraus ergeben sich Leitlinien und Planungsprinzipien, nach denen Wasser sektorübergreifend und nachhaltig bewirtschaftet werden soll. Die Umsetzung des integrierten Managements erfordert die Einbindung aller Wassernutzenden, Planenden und Entscheidungsträger:innen (Disse 2016). Diese integrierte Betrachtung ist, ähnlich wie die Leitbilder der Verkehrsplanung, ein Resultat des gewandelten Verständnisses im Umgang mit Wasser. So galt über lange Zeit das Paradigma, die Öffentlichkeit vor Krankheiten und Tod durch Wasser zu schützen, sodass das Wasser schnell von (öffentlichen) Flächen abgeleitet werden sollte. Dieses Verständnis wandelte sich zu einer Betrachtung, nach der das Wohlergehen von Menschen und aquatischen Systemen durch eine bewusste Planung zu steigern sei, indem vor allem die Gewässerverunreinigung schon bei der Einleitung vermieden wird (Novotny 2010). Diese Planungsperspektive wird auch als End-of-Pipe control bezeichnet, da versucht wird, die Gewässerbelastung direkt an den Emissionsquellen zu reduzieren. Diese Planung führte dazu, dass ein Großteil der Gewässerverunreinigungen nur noch durch diffuse Quellen des urbanen Oberflächenabflusses in Gewässer eingetragen wurde (ebd.).

In der Folge entwickelten sich für den Umgang mit Wasser von bzw. auf städtischen Oberflächen spezifische Leitbilder für eine wasserbewusste Stadtentwicklung (DWA 2021b) und die zugehörige Siedlungswasserwirtschaft (z. B. Water Sensitive Urban Design, Sustainable Urban Drainage). Die meisten dieser Konzepte haben gemein, dass nicht nur ein Aspekt der Wasserbilanz (Niederschlag, Verdunstung, Versickerung, Abfluss) optimiert wird, sondern der natürliche Wasserhaushalt durch naturbasierte Lösungen wieder gestärkt wird. Einige der mit diesen Konzepten gesammelten Erfahrungen wurden genutzt, um das Leitbild der Sponge-City (Schwammstadt) zu entwickeln und anzuwenden (Zevenbergen et al. 2018). In der aktuellen Nationalen Wasserstrategie für Deutschland wird das Leitbild einer wasserbewussten Stadtentwicklung daher als „maßgeblicher Baustein für eine klimagerechte Gestaltung von Städten und [als] ein wichtiger Bestandteil einer integrierten Planung“ angesehen (BMU 2021: 39). Die in der Strategie skizzierte Vision für das Jahr 2050 geht dafür von einer Entsiegelung von Flächen aus, um Platz zur Speicherung, Versickerung, Verdunstung und Nutzung von Regenwasser zu schaffen (ebd.).

Auch wenn gerade die zuletzt genannten Leitbilder eine integrierte Planung der städtischen Infrastrukturen fordern, erfolgt die Planung bis heute zumeist fachlich bzw. sektoral separiert. Für die unterschiedlichen Infrastrukturbereiche, z. B. die Fahrbahnen bei Stadtstraßen, wurden detaillierte Regelwerke, Richtlinien und Merkblätter entwickelt, die bis ins Detail unterschiedliche Vorgaben z. B. zur Dimensionierung (Form, Struktur und Gestaltung) der Infrastrukturteilräume machen (siehe Kapitel 4.2). Integrierte Perspektiven sind in den eher technischen und angewandten Disziplinen bislang nur wenig ausgeprägt. Es gibt jedoch diesbezüglich erste Ansätze wie z. B. die integrierte Verkehrswissenschaft, die den Verkehr im Kontext der fünf Mobilitätsumfelder Soziales, Technik, Ökonomie, Ökologie und Politik betrachtet: „[D]as bisher auf die Ingenieurwissenschaften disziplinär verengte Innovationsfeld Verkehr [muss auf eine interdisziplinäre Herangehensweise] zukünftig sowohl in der Ausbildung wie auch der Forschung verstärkt hinwirken, um die entsprechenden fachlichen Kompetenzen und das notwendige Wissen dafür zu generieren, die Verkehrsentwicklung im Sinne politisch definierter Nachhaltigkeitsziele gestalten zu können“ (Schwedde 2019: 16).

In der Siedlungswasserwirtschaft gibt es in ähnlicher Weise bereits Ansätze zur integrierten Planung, die z. B. im Arbeitsblatt 100 der DWA Ausdruck finden. Hier wird gefordert, durch eine integrale Siedlungsentwässerung „die Veränderungen des natürlichen Wasserhaushaltes durch Siedlungsaktivitäten in mengenmäßiger und stofflicher Hinsicht so gering zu halten, wie es technisch, ökologisch und wirtschaftlich vertretbar ist“ (DWA 2006: 9). Um dies zu erreichen, wird eine Koordination der Planungsbeteiligten als Grundsatz angenommen, um über Sektorgrenzen hinweg die unterschiedlichen Anliegen der Wasserversorgung, Stadtentwicklung, Stadt- und Verkehrsplanung sowie Landschafts- und Freiraumplanung zu koordinieren und dadurch die vielfältigen Wechselwirkungen und Abhängigkeiten zu berücksichtigen (DWA 2006).

Die für die Entwicklung und Gestaltung linearer Infrastrukturen wesentlichen Institutionen und die von diesen entwickelten planerischen Vorgaben werden im folgenden Kapitel kurz dargestellt.

4.2 Vorgaben für die Planung

Stadtstraßen

Maßgebliche Grundlage für die Planung und Gestaltung von Straßen ist das Regelwerk der **Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV)**, das aus technischen Vertragsbedingungen, Richtlinien und Merkblättern besteht. Die FGSV prägt als nicht-staatliche Organisation entscheidend die Rahmenbedingungen und Vorgaben für die Straßenplanung. Die Struktur und Arbeitsweise des FGSV wird in Hinblick auf die Anpassung an Veränderungsbedarfe zunehmend hinterfragt und es wird gefordert, dass sich die FGSV der Gesellschaft gegenüber öffnet und ihr technisches Planungsverständnis um soziale und ökologische Dimensionen erweitert (Becker und Schwedes 2020).

Die **Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN)** der FGSV regeln eine Hierarchisierung der Straßen. Deren Verbindungsbedeutung ergibt sich durch eine Kombination der Verbindungsfunktionsstufe (von kontinental bis nahräumig) und der Kategoriengruppe (z. B. Autobahn, anbaufreie Hauptverkehrsstraße, Erschließungsstraße). Die RIN regelt somit die Übertragung des Systems der zentralen Orte aus der Raumordnung auf die Verkehrsplanung. Hierbei wird die Bedeutung der Verkehrswege für die direkte, umwege- und umstiegsarme Verbindung von Orten und Zielen definiert (FGSV 2008).

Daran anknüpfend regeln die spezifischen Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA), Landstraßen (RAL) und Stadtstraßen (RASt) die Funktionalität und Straßenraumgestaltung der verschiedenen Kategoriengruppen. Für Straßen innerhalb besiedelter bzw. bebauter Gebiete – namentlich anbaufreie Hauptverkehrsstraßen (VS), angebaute Hauptverkehrsstraßen (HS) sowie Erschließungsstraßen (ES) – ist die **Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen (aktuell RASt 06)** das zentrale und verbindliche Regelwerk für den Entwurf. Sie formuliert als oberstes Ziel für den Stadtstraßenentwurf „die Verträglichkeit der Nutzungsansprüche untereinander und mit den Umfeldnutzungen“ (FGSV 2006: 3), welche unter komplexen Randbedingungen wie Verkehrssicherheit, städtebaulichen Zusammenhängen, Gestaltung und Ökologie hergestellt werden soll. Aufgrund begrenzter Flächenverfügbarkeit und zur Vermeidung von gegenseitigen Beeinträchtigungen muss eine Erfassung sowie Abwägung aller Ansprüche erfolgen. Aus diesem Oberziel werden für den Straßenraum spezifische Ziele abgeleitet: die soziale Brauchbarkeit und Barrierefreiheit, die Gestaltung des Straßenraums, eine für das Umfeld verträgliche Gestaltung, der Verkehrsablauf, die Verkehrssicherheit und die Wirtschaftlichkeit. Die Gewichtung dieser Ziele ist dabei Teil der Entwurfsaufgabe und soll im Einzelfall und in Abhängigkeit politischer Grundsatzentscheidungen erfolgen (vgl. FGSV 2006: 2-3; FGSV 2008: 15).

Die RAST benennt zwar deutlich die Notwendigkeit und auch die Schwierigkeit, städtebauliche und soziale Ansprüche mit verkehrlichen zu vereinbaren, allerdings bleiben soziale Aspekte untergeordnet und ökologische Zielfelder finden bisher in der RAST keine Erwähnung. So müssen Stadtstraßen je nach ihrer Lage im Netz verkehrlich eine Verbindungsfunktion und eine Erschließungsfunktion erfüllen, die in unterschiedlich hohen und zeitlich verteilten Verkehrsbelastungen im fließenden oder ruhenden Verkehr für unterschiedliche Verkehrsmittel resultieren. Dabei sind diese Voraussetzung und Folge des Gebietscharakters, der Umfeldnutzungen und der Aufenthaltsfunktion. Die ebenfalls zu beachtende straßenräumliche Situation begrenzt im Wesentlichen die verfügbaren Flächen (FGSV 2006: 5).

Aus den Grundsatzüberlegungen werden zwölf Entwurfssituationen abgeleitet und u. a. mit Regelquerschnitten versehen, die wiederum beinahe ausschließlich verkehrliche Elemente aufweisen. Für den Entwurf wird die Notwendigkeit einer umfassenden Vorab-Analyse der vorhandenen Nutzungsansprüche betont. Dabei wird auf die Schwierigkeiten bei der Erhebung aufgrund von zeitlichen Schwankungen sowie auf die teilweise schwierige Datenlage hingewiesen, ohne dafür Lösungen anzubieten (FGSV 2006: 8-12). Es hängt vom jeweiligen Einzelfall ab, ob in der Praxis diese sehr komplexen Erhebungen vor einem Straßenraumentwurf durchgeführt werden und welchen Detaillierungsgrad sie besitzen. Zudem wird eine Gestaltung mit dem Ziel einer Vereinbarung der unterschiedlichen Nutzungsansprüche auf dieser Grundlage nicht automatisch gelingen. Denn in der Ist-Situation treten wesentliche Nutzungsansprüche bislang häufig nicht auf (z. B. Aufenthalt / Kinderspiel), sind nicht oder nicht einfach messbar (z. B. ökologische Ansprüche) oder nehmen überproportional viel Raum ein (z. B. ruhender Verkehr). Daher wird der Status quo in der Praxis sehr häufig fortgeschrieben und es werden keine veränderten Nutzungen des Raumes umgesetzt.

Für verkehrliche Nutzungen werden Einzelelemente und Mindestmaße angegeben, wohingegen dies für Aufenthaltsfunktionen nicht möglich sei. Auch Angaben zu Grünelementen sind im Wesentlichen auf technische Details und Maße beschränkt (FGSV 2006: 14-22). Insgesamt finden schwer quantifizierbare soziale und ökologische Ansprüche weniger Platz in der RAST als verkehrlich-technische. Da die tatsächliche Umsetzung der Vereinbarung von verkehrlichen und nicht-verkehrlichen Nutzungsansprüchen den jeweiligen Fachplaner:innen überlassen wird, geraten letztere beim Entwurf eher ins Hintertreffen. Ob durch die derzeit stattfindende Überarbeitung der RAST eine bessere Berücksichtigung von sozial und ökologischen Ansprüchen erfolgt, bleibt abzuwarten, allerdings war schon die RAST 06 ein Impuls hin zur multifunktionalen Planung. Hinzu kommt, dass das weiterführende Regelwerk zum Teil hochspezialisierte Einzelveröffentlichungen umfasst, die wiederum oft verkehrliche Themen betonen. Häufige Anwendung finden vor allem das **Handbuch zur Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS)** mit Fokus auf den Verkehrsablauf vor allem des motorisierten Verkehrs, sowie die **Empfehlungen für Anlagen des öffentlichen Verkehrs (EAÖ)**, des

Radverkehrs (ERA), des Fußverkehrs (EFA) und des ruhenden Verkehrs (EAR) mit ausführlichen Anweisungen zur Bemessung dieser Infrastrukturanlagen sowie die **Empfehlungen zur Straßenraumgestaltung (ESG)**. In den ESG werden als wesentliche funktionale Anforderungen neben den verkehrlichen, versorgungstechnischen und wirtschaftlichen Ansprüchen, auch ökologische Ansprüche und Gestaltungsansprüche wie soziale Brauchbarkeit, Identifikation oder Orientierung genannt (FGSV 2011: 17-19).

Darüber hinaus existieren u. a. für ökologische Gesichtspunkte Dokumente zur Landschaftspflege, zu Querungshilfen und Lebensraumvernetzung, zur Berücksichtigung der Wasserrahmenrichtlinie, für versickerungsfähige Böden und für das Zusammenspiel von Bäumen und Leitungen. Die besondere Situation von Stadtstraßen spielt aber hier nur eine untergeordnete Rolle. Zudem ist fraglich, inwieweit die relevanten Themen in der Praxis Anwendung finden, da Querverweise häufig fehlen und das Regelwerk insgesamt sehr komplex und umfangreich ist. Abhilfe können in Forschungsprojekten entwickelte Instrumente bieten, die Anregungen zur multifunktionalen Gestaltung von Stadtstraßen liefern wie z. B. die „Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung“ für Hamburg (BWVI 2015).

Die RASt steht beispielhaft für den Versuch in der Verkehrsplanung, die mannigfaltigen Nutzungsansprüche im Straßenraum in den Entwurfsprozess einzugliedern und Lösungen zu standardisieren. Es wird dabei deutlich, dass eine echte Vereinfachung und Standardisierung dieser komplexen Aufgabe noch nicht abschließend gelungen ist und weiterer Forschung und Erprobung bedarf. Diese erfolgt z. B. im BMBF Projekt BlueGreenStreets, indem in Kooperation zwischen Wissenschaft und FGSV an Empfehlungen zur Änderung der Vorgaben gearbeitet wird. Insbesondere eindeutige Entscheidungskriterien und messbare Größen für die bisher schwer zu quantifizierbaren „sonstigen“ (also die sozialen und ökologischen) Ansprüche sind neben den verkehrlichen erforderlich. Diese sind offensichtlich in der Fachdisziplin gewollt und werden auch explizit gefordert, dennoch fehlt es an einer Operationalisierung. Womöglich ist auch eine bessere Verzahnung mit anderen Disziplinen (Landschaftsplanung, Ökologie, Wasserbau/-wirtschaft) ratsam. Vor allem braucht es klare politische Vorgaben für die angestrebten Zielsetzungen und ihre Prioritäten. „Vergleichbar mit dem Innovations- und Politikfeld Energie besteht die Aufgabe der Politik auch im Verkehrssektor darin, eine Entscheidung darüber zu treffen, welche Ziele mit der zukünftigen Verkehrsentwicklung verfolgt werden sollen. Davon wird abhängen, welche technischen und sozialen Innovationen sich zukünftig durchsetzen“ (Schwedde 2019: 16). Die Richtlinien bilden für die Ausgestaltung der Straßeninfrastrukturen einen wichtigen Rahmen, sind aber nicht allein ursächlich für Straßenräume, die heute zu recht kritisch bewertet werden. Notwendig ist daher die Differenzierung zwischen dem was in Richtlinien vorgegeben wird und dem was von den Anwender:innen in der Planungspraxis daraus gemacht wird. Auch mit den vorhandenen Richtlinien wären bereits umfassendere und „bessere“ Lösungen im Sinne der hier

vorgeschlagenen Prämissen denkbar. Für die Fortentwicklung ist daher ein Zusammenspiel zwischen Weiterentwicklung der Richtlinien einerseits und Aus- und Fortbildung andererseits erforderlich.

Urbane / kanalisierte Gewässer

Auch für Gewässer gibt es in Deutschland zahlreiche Regelwerke, die für ihre Gestaltung und ihre Nutzung als Infrastrukturen relevant sind. Im Unterschied zu den Straßeninfrastrukturen muss innerhalb der Wasserinfrastrukturen aber deutlich unterschieden werden zwischen natürlichen Gewässern (naturnahe Bäche und Flüsse), erheblich veränderten Gewässern (regulierte, begradigte, befestigte Gewässer - oft mit Bauwerken für Wasserstandsregulierung oder Wasserkraftnutzung) und künstlichen Gewässern (von Menschenhand geschaffen, dort wo vorher kein Gewässer vorhanden war, z. B. Schifffahrtskanäle und Hafenbecken). Die wichtigste Richtlinie ist die europäische **Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)**, in der diese Unterscheidung ebenfalls verwendet wird um unterschiedliche Ziele der Gewässerentwicklung zu definieren. Dabei werden auch natürliche Wasserkörper die erheblich durch den Menschen verändert wurden, als „künstliche Gewässer“ eingestuft und müssen daher nur niedrigere Ziele der Gewässerentwicklung erreichen. Für die Vorgehensweise zur Bestandsaufnahme, Entwicklung von Bewirtschaftungsplänen und den zugehörigen Maßnahmenprogrammen im Rahmen der Umsetzung der WRRL hat die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) eine bundesweite Handlungsanleitung entwickelt, der sowohl biologische, chemische als auch hydromorphologische Qualitätskomponenten zugrunde liegen. Neben den im urbanen Raum meist anzutreffenden erheblichen Veränderungen, stellt die eingeschränkte Flächenverfügbarkeit bei der ökologischen Gewässerentwicklung eine große Herausforderung bei der Aufwertung urbaner Gewässer dar (DWA 2021a: 13). Der zusätzliche Druck durch die Schifffahrt, soziale Ansprüche und die Immobilienwirtschaft führt zu Nutzungskonflikten, die nur stellenweise und aufwändig zur Zufriedenheit aller gelöst werden können. Die Instrumente der WRRL sind dabei vorwiegend auf die ökologische Dimension der Gewässerentwicklung ausgerichtet und beinhalten in erster Linie die Erarbeitung von Bewirtschaftungs- und Umsetzungs- sowie Pflege- und Entwicklungsplänen.

Wie die RASt für Stadtstraßen gibt auch das **Merkblatt zur Entwicklung urbaner Gewässer (DWA-M 609)** der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) als wichtigstes Ziel an, die unterschiedlichen Anforderungen an urbane Gewässer miteinander zu vereinbaren. Die wasserwirtschaftlichen Anforderungen als technisch-gestalterische Notwendigkeiten (Umgang mit Regen- und Schmutzwasser sowie Hochwasser) sind die Folge und Voraussetzung städtischer Entwicklung. Auch im DWA-M 609 sind diese Anforderungen die zentralen Bestandteile, daneben sollen allerdings ebenfalls soziale und ökologische Aspekte bei der Planung und Bewirtschaftung urbaner Gewässer berücksichtigt werden. Städtebau-

lich werden in dem Merkblatt Anforderungen an die Gewässer hinsichtlich ihrer Wirkungen auf das Stadtbild, den Freiraum, die Arbeits- und Wohnorte am Wasser, sowie Anforderungen an die gewerbliche Nutzung des Gewässers und die Entwässerung und Niederschlagsbewirtschaftung genannt. Aus ökologischer Sicht ist das Gewässer in erster Linie Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie Transportweg von Abflüssen, Sedimenten und Wasserinhaltsstoffen, die eine Durchgängigkeit und Längsvernetzung erfordern. Daneben sind im urbanen Bereich die erheblich beeinflussten Wechselbeziehungen zwischen Wasserkörper und Umfeld zu betrachten. Schließlich werden auch ökonomische Anforderungen, vor allem im Sinne einer flächensparenden, effizienten und vollständigen Gestaltung und Nutzung genannt (DWA 2021a: 14).

Diesem formulierten Anspruch, die verschiedenen wasserwirtschaftlichen, städtebaulichen, sozialen, ökologischen und ökonomischen Anforderungen zu vereinen, stehen besonders an rein technisch konzipierten Anlagen noch weitere Nutzungsansprüche gegenüber. Dies zeigt sich z. B. bei Wasserstraßen, deren prioritäre Hauptfunktionen im Bundeswasserstraßengesetz (WaStrG) geregelt sind: Wasserabfluss und Schiffbarkeit. Dem Naturhaushalt des Gewässers soll immerhin „Rechnung getragen“ werden, und auch „Bild und Erholungswert der Gewässerlandschaft“ sind entlang von **Bundeswasserstraßen zu „berücksichtigen“ (§8 (1), WaStrG)**. Ebenfalls in Paragraph 8 werden weitere Funktionen der Wasserinfrastruktur genannt (Bewahrung der natürlichen Lebensgrundlagen, Hochwasserschutz), die aber klar dem Wasserabfluss und der Schiffbarkeit unterzuordnen sind. Wie genau Wasserstraßen gestaltet werden, oder sich in bestehende Wasserinfrastrukturen integriert lassen, wird z. B. in der Richtlinie für Regelquerschnitte von Binnenschifffahrtskanälen definiert. Dabei werden unterschiedliche Raumansprüche hinsichtlich des Verkehrsaufkommens auf den unterschiedlichen Wasserstraßen definiert sowie entsprechende Fahrrinnenbreiten und -tiefen vorgegeben und in Regelquerschnitten vorgeschlagen. Neben dieser Richtlinie existieren weitere Vorgaben für Wasserstraßen, die bis hin zur Dimensionierung von Einleitbauwerken viele relevante Details vorgeben und dabei einen klaren Fokus auf die Schiffbarkeit und den Wasserabfluss legen.

4.3 Herausforderungen für die Transformation linearer Infrastrukturen

Grundsätzlich formulieren die RASt für die Anlage von Stadtstraßen und das DWA-Merkblatt zur Entwicklung urbaner Gewässer integrierte Ziele für die Gestaltung der jeweiligen Infrastrukturen. Diese werden jedoch unterschiedlich gewichtet und auf eine Vereinbarkeit der verkehrs- bzw. wasserwirtschaftlichen Ziele mit den städtebaulichen, sozialen, ökologischen und ökonomischen Anforderungen wird kaum geachtet. Für beide Infrastrukturen werden zwar grundsätzlich integrierte Ziele benannt, die spezifischen Einzelanforderungen haben aber ein deutliches Übergewicht und eine Inte-

gration anderer Anforderungen wird dadurch behindert. Die RASt definiert z. B. diese Einzelanforderungen für Erschließungsstraßen und Hauptverkehrsstraßen und das DWA-Merkblatt, wenn auch in unterschiedlicher Gewichtung, für naturnahe und stark anthropogen überprägte Gewässer, auf spezifische Integrationsmöglichkeiten wird allerdings nicht eingegangen.

Trotz erster Zielformulierungen hin zu einer integrierten Infrastrukturplanung behindern das hochspezialisierte Regelwerk und die sektoralen Fachplanungen weiterhin die Umsetzung dieses Grundgedankens und es werden zu wenig konkrete Hilfestellungen zur multicodierten Planung angeboten. Nach wie vor liegt daher das Zurückgreifen auf gewohnte, meist monofunktionale, disziplinäre Gestaltungsmuster, Planungsansätze und Ausführungen nahe. Hierin liegt eine zentrale Schwierigkeit der Regelwerke, die fast immer „monofunktional“ orientiert sind, aber zumindest bereits Ansätze für die Verknüpfungen mit anderen Funktionen und Fachdisziplinen beinhalten. Diese Ansätze sind dabei jedoch nachgeordnet und werden im Detail nicht ausgeführt und nicht verbindlich eingefordert. Die Weiterentwicklung der Regelwerke in den vergangenen Jahren scheint dem zwar entgegen zu wirken, sie bedürfen aber darüber hinaus einen Innovationsschub und „Experimentierklauseln“, um den geänderten Anforderungen gerecht zu werden (BGS 2022a). Die monofunktionale Fokussierung der Regelwerke, die „Macht der Gewohnheit“ der etablierten Institutionen sowie die Komplexität der Zielsetzung einer integrierten Gestaltung von Infrastrukturen (Nutzungskonflikte, Verantwortlichkeiten und Finanzierung) hindert bislang Planende in der Praxis daran, multifunktionale Infrastrukturen als Teil eines sozio-ökologisch-technischen Systems in multicodierten Prozessen zu entwickeln.

5. Übergreifende Typologisierung von urbanen Infrastrukturkorridoren

(Matullat, J.; Bajc, K.; Stokman, A.)

Urbane Infrastrukturen bilden und prägen die Stadtlandschaft, gleichzeitig sind sie Teil derselben und somit selbst städtische Landschaften. In ihrer Entwicklung und in ihrer Form sind Infrastrukturen und Stadt eng miteinander verzahnt und voneinander abhängig. Wie in einem Blutkreislauf verbinden sie wie Hauptschlagadern die verschiedenen Zentren innerhalb der Stadt, von denen ausgehend feinere Kapillarnetze die Quartiere und Lebensräume erschließen. Städtisches Leben beruht auf und funktioniert durch das Vorhandensein und das Zusammenspiel verschiedener Medien. Dieser Begriff bezieht sich auf seine naturwissenschaftliche Bedeutung und beschreibt Träger physikalischer und chemischer Vorgänge: Menschen genauso wie andere Lebewesen, Wasser, Luft, Güter (im Sinne von Stoffen und Materialien), Energie und Daten. Unterschiedliche Organismen verweilen und leben in städtischen Quartieren und urbanen Lebensräumen, andere Medien werden dabei verbraucht, neu gebildet, weiterentwickelt und umgewandelt. Dafür benötigen alle diese Medien Orte und Ortswechsel - und dementsprechend auch Infrastrukturkorridore.

5.1 Medien und Funktionen

Was sich auf, innerhalb und im Umfeld von Infrastrukturen bewegt, soll unabhängig von der Entfernung zwischen Orten fließen können, um letztlich an einem Ort zu verweilen. Es handelt sich lediglich um unterschiedliche Medienströme - seien dies Personen oder Fahrzeuge, Wasser oder Arten. Verschiedene Medien stellen unterschiedliche Anforderungen an das Netz und üben diverse Aktivitäten in den Infrastrukturen aus. Somit erzeugen sie Wechselwirkungen mit und Bewegungsmuster in diesen Netzen. Beispielsweise sind Fließgewässer und Regenwasseranlagen ein Teil des Wasserkreislaufs. Verkehrsadern wiederum pumpen die zu transportierenden Medien in das Verkehrsinfrastrukturnetz hinein und nehmen sie dort auch wieder ab. Dies gilt unabhängig von den zu überwindenden Entfernungen und vom zu transportierenden Medium der Infrastrukturen. Lineare Infrastrukturen sind in diesem Sinne „materielle Strukturen, also technische Artefakte und Netze zur Produktion und Nutzung von Infrastrukturdienstleistungen, sowie die hierdurch gesteuerten Stoffflüsse“ (Monstadt 2018: 2651).

Dabei kann jede Anforderung der Medien im Infrastrukturkorridor der sozialen, ökologischen oder technischen Dimension zugeordnet werden, wobei die Grenzen als fließend anzunehmen sind. Im städtischen Raum existieren in der Regel keine Infrastrukturen, die Netze und Räume nur für ein einziges Medium bilden. So übernimmt jede Straße neben ihren technischen auch ökologische Funktionen und jedes Gewässer neben seinen ökologi-

schen auch soziale Funktionen. Eine monofunktionale Planung – z. B. nur auf einen störungsfreien Fahrzeugfluss ausgerichtet – geht damit an den Bedarfen unterschiedlicher Medien an bestehende Infrastrukturen vorbei, da so diverse Anforderungen an den Raum nicht berücksichtigt und nicht erfüllt werden. In diesem Zusammenhang ist zu beobachten, dass „vermehrt die Funktionen technischer Infrastrukturen hinsichtlich der Steuerung anthropogener Umweltnutzungen oder der Anpassung von Räumen an anthropogene Umweltveränderungen sowie die raumspezifischen Muster sozio-technischen und sozial-ökologischen Wandels“ in raumwissenschaftlichen Infrastrukturdebatten aufgegriffen werden (Monstadt 2018: 2656). Zu erkennen, dass alle Infrastrukturen bereits mehrere Funktionen beinhalten und diese Zusammenhänge bewusst zu fördern, bedeutet, die einzelnen Infrastrukturkorridore und das Netz entsprechend multifunktional und multi-codiert räumlich zu planen und zu gestalten.

Größe, Dichte und Struktur einer Stadt sowie ihre wirtschaftlichen, versorgungstechnischen, ökologischen und sozialen Beziehungen bedingen die Form, Struktur und Organisation der Infrastrukturnetze. Gleichzeitig beeinflussen die Netze wiederum die wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Beziehungen in der Stadt. „Im Gegensatz etwa zur Stadtplanung gibt es keine gesetzlich vorgeschriebene Behörde, die für Infrastrukturplanung zuständig ist. Es gibt auch kein anerkanntes Planwerk oder eine Planhierarchie der Infrastrukturplanung. Stattdessen findet Infrastrukturplanung auf unterschiedlichen Ebenen, in unterschiedlichen Organisationen mit jeweils unterschiedlichen Intentionen statt. Eine sektorübergreifende Infrastrukturplanung ist extrem selten; in der Regel läuft sie sektorspezifisch ab“ (Moss 2007: 77). Dadurch unterliegt die Planung linearer Infrastrukturen Instrumenten und Konzepten der räumlichen Planung in den jeweils zuständigen Fachbehörden. Die in Kapitel 4 beschriebenen Vorgaben für die Planung linearer Infrastrukturen verdeutlichen das und zeigen, dass sich Regelwerke, Richtlinien und Merkblätter für die Vorgaben zur Dimensionierung, Form, Struktur und Gestaltung der Infrastrukturkorridore wie Stadtstraßen oder kanalisierte Gewässer normalerweise auf eine eng definierte Anzahl von Funktionen, die der Raum erfüllen sollen, begrenzen.

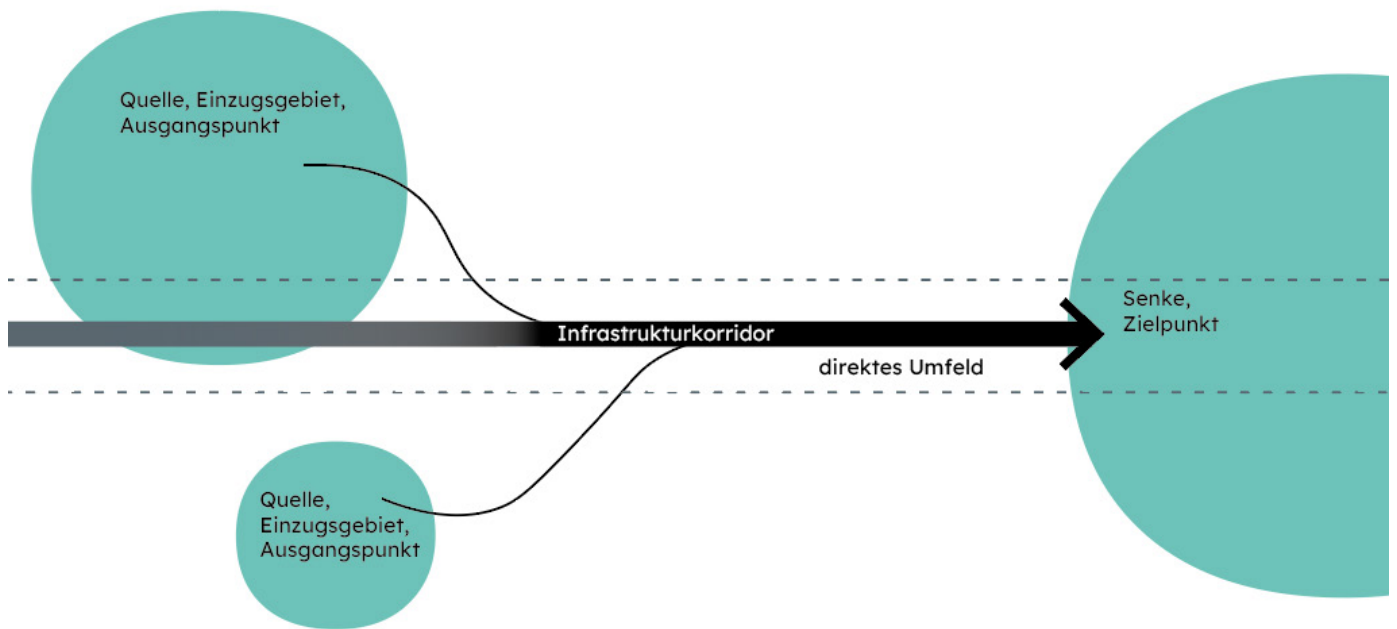


Abbildung 5: Schematische Darstellung des Infrastrukturkorridors (Quelle: LILAS / Katarina Bajc)

Im engeren Sinne ist es die Hauptaufgabe von linearen Infrastrukturen, eine Verbindung zwischen Quellen und Senken herzustellen, sich untereinander zu vernetzen, den Transport des jeweils zu befördernden Mediums an jeden Ort sicherzustellen und im Fluss zu halten. Gleichzeitig spielen an jedem der miteinander verbundenen Orte und teilweise auch innerhalb des Infrastrukturkorridors kurzzeitige Aufenthaltsfunktionen eine Rolle. Zusätzlich ergibt sich die Erschließungsfunktion als Verknüpfung, Interaktion und Wechselspiel zwischen der Infrastruktur und ihre Umgebung. Diese drei Funktionen werden beispielsweise in der Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen (FGSV 2006) erwähnt und lassen sich auch auf andere lineare Infrastrukturen übertragen. Langfristige Aufenthaltsfunktionen, beziehungsweise Habitatfunktionen oder Speicherfunktionen innerhalb des Infrastrukturkorridors, die für Medien wie Fauna, Flora, ruhenden Verkehr oder auch Regenwasserretention eine Rolle spielen können, werden in Regelwerken für technische Infrastrukturen selten erwähnt. Die Funktion als Lebensraum wird lediglich bei linearen Infrastrukturen thematisiert, die aus Landschaftselementen entstanden sind, wie zum Beispiel kanalisierte Gewässer, die aus natürlichen Gewässern entwickelt wurden (DWA 2021a).

Im Wesentlichen können daher vier Hauptfunktionen für die beiden linearen Infrastrukturtypen Stadtstraßen und kanalisierte Gewässer benannt werden, die sich aus Ort, Dauer, Bewegung, Aktivität und deren Zusammenspiel ergeben:

(1) Verbindungsfunktion: Die Vernetzung und durchgängige Verbindung aller Quellen und Senken zur kontinuierlichen und fließenden Bewegung sowie für den zügigen, störungsfreien und schnellen Transport des jeweiligen Mediums.

(2) Erschließungsfunktion: Der Anschluss aller Orte an das Netz zum Übergang des Mediums zwischen Bewegung und Stillstand bzw. Fortbewegung und Verweilen sowie für unbegrenzten Zugang und zur Verknüpfung von benachbarten Orten.

(3) Aufenthaltswfunktion: Das kurzzeitige Verweilen, Sich-Aufhalten und Erholen, Langsamfließen und Zwischenspeichern, das Begegnen und Kommunizieren während der Fortbewegung oder im Vorfeld des Habitats.

(4) Habitatfunktion: Durch spezifische abiotische und biotische Faktoren bestimmter Aufenthaltsbereich einer Tier- oder Pflanzenart, an dem die Art in einem Stadium ihres Lebenszyklus lebt. Ergänzend zu diesem biologischen Verständnis der Habitatfunktion sind hier auch längerfristige Aktivitäten anderer Medien gemeint, die der Daseinsvorsorge, dem Speichern und Vorhalten sowie dem Produzieren, Erneuern und Verbrauchen in den Lebensräumen im Umfeld oder in ihrem vorgelagerten Infrastrukturkorridor dienen.

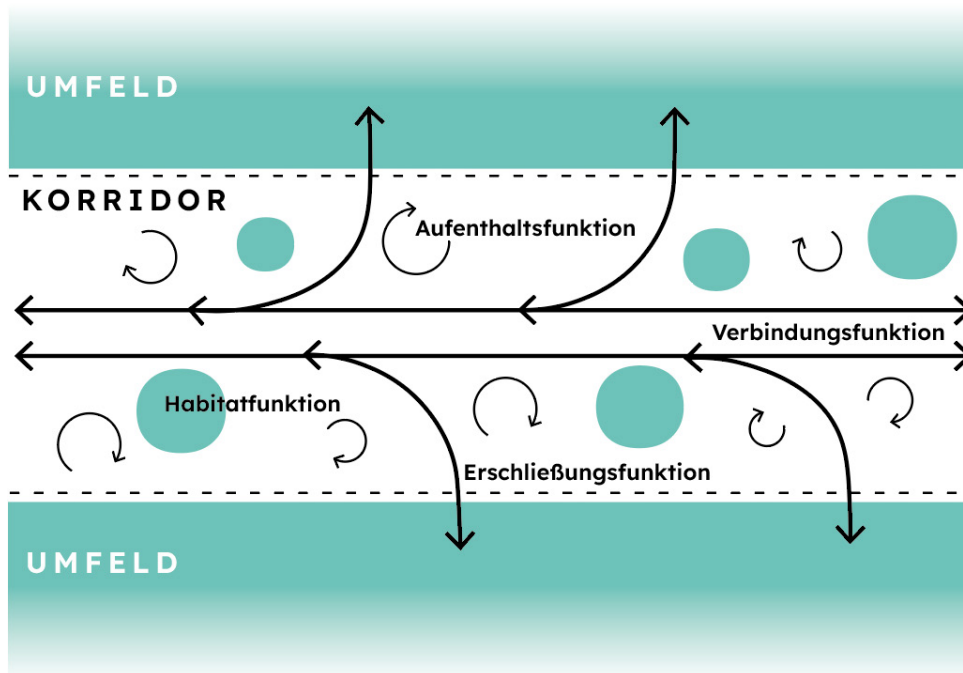


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Funktionen im Infrastrukturkorridor (Quelle: LILAS / Katarina Bajc)

Die verschiedenen Anforderungen und Ansprüche der Medien an die genannten Hauptfunktionen können den drei Dimensionen sozial, ökologisch und technisch zugeordnet werden. Aus der Kombination dieser Dimensionen mit den benannten Funktionen von urbanen Infrastrukturen kann das Gesamtspektrum der zu erfüllenden Aufgaben von und die Bedarfe an Infrastrukturen abgeleitet und aufgezeigt werden. Eine Zusammenfassung (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) zeigt die folgende Tabelle:

Ansprüche an urbane Infrastrukturnetze und -korridore der Stadtstraßen und kanalierten Gewässer - gegliedert nach Dimensionen und Funktionen

Dimensionen	Sozial	Ökologisch	Technisch
Medien	Menschen, Personengruppen, NMIV...	Wasser, Luft, Licht, Boden, Nährstoffe, Arten...	MIV, ÖV, Schiffe, Güter, Daten, Energie, Brauchwasser...
Verbindung	Erreichbarkeit aller Orte und Nutzungen, durchgängige, komfortable, sichere und barrierefreie Verbindungen	Großräumige Stoffströme, Wasserkreislauf, Luftzirkulation, Wanderung von Populationen und Organismen	Leistungsfähigkeit und störungsfreie Abwicklung des Verkehrsflusses, Durchgängigkeit, stabile Leitungsnetze und Transportsicherheit (z. B. Energie)
Erschließung	sozialräumliche Erschließung, Zugänglichkeit aller Nutzungen und Grundstücke, Teilhabemöglichkeiten, öffentliche und offene Erdgeschosse, Verknüpfung von Nachbarschaften	Zugänglichkeit, Durchlässigkeit, Versorgung, Austausch, natürlicher Zu- und Abfluss, Verknüpfung nebeneinanderliegender Habitate	Anschluss aller Quartiere, Grundstücke und Haushalte an das Straßen-, ÖV- und Leitungsnetz, Befahrbarkeit, Zustiegsmöglichkeit, Ver- und Entsorgungssicherheit, Öffnung und Durchlässigkeit
Aufenthalt	Aufenthalt, Kinderspiel, Kommunikation, Austausch, Begegnung, Erholung	Speichern und Rückhalten, Versickerung und Verdunstung, Belichten, Belüften, Anreichern, Ruhe, Ernährung, Fortpflanzung, Biotoptrittsteine	Kurzzeitparken und -abstellen, Halten und Warten, Liefern und Laden, Anlegen, Zwischenspeichern
Habitat	langfristige und ortsgebundene soziale Nutzungen wie Wohnen, Arbeiten, Versorgung und Freizeit, Daseinsvorsorge	terrestrische und aquatische Habitate, langfristige Populationen, Atmosphäre, Boden, Wasserkörper	Nutzung, Verbrauch, Langzeitparken, Depot, Speichern und Vorhalten, Produzieren, Aufbereiten

Funktionen

Tabelle 1: Ansprüche an urbane Infrastrukturnetze und -korridore der Stadtstraßen und kanalisierten Gewässer - gegliedert nach Dimensionen und Funktionen (Quelle: LILAS)

Naturnahe und kanalisierte Fließgewässer sowie die technischen Anlagen der Siedlungswasserwirtschaft lenken den Wasserfluss. Das Medium Wasser kann in ihnen – in der Regel nur in eine Richtung – fließen. Durch Zu- und Abfluss wird das Wasser kontrolliert aus dem jeweiligen Einzugsgebiet in die Infrastruktur und von der Infrastruktur ins Meer oder ins Grundwasser geleitet. Dabei kann sich Wasser für eine gewisse Zeit aufstauen oder langsamer fließen, aber auch gespeichert werden, verdunsten oder versickern und somit in Boden und Luft gelangen und Lebewesen zur Verfügung stehen. Durch Leitungen wird ermöglicht, das Wasser als Trinkwasser in den Haushalten zu nutzen und als Abwasser wieder abzutransportieren.

Straßen und Wege sind Infrastrukturen für die Bewegung von Menschen zu Fuß oder mit Fahrzeugen. Sie ermöglichen eine Verbindung zu anderen Orten, wobei je nach Transportmittel entweder Sicherheit und Barrierefreiheit oder Komfort und Geschwindigkeit im Vordergrund stehen. Zufahrten und Eingänge werden benötigt, um vom Straßennetz auf Grundstücke und in Gebäude zu gelangen. In diesen werden die Aktivitäten des menschlichen Lebens wie z. B. Wohnen und Arbeiten ausgeübt, die wiederum neue Wege erzeugen. Zunehmend spielt sich dieses Leben auch im Straßenraum ab, der ebenfalls genutzt wird, um Fahrzeuge dort abzustellen sowie für den Ein- und Ausstieg, das Liefern und das Be- und Entladen.

Zusammenfassend könnte man sagen: Wasser fließt, Wasser versickert, Wasser verdunstet und Wasser wird gespeichert - Menschen fahren und gehen, Menschen betreten und verlassen, Menschen halten sich auf und Menschen wohnen. Verallgemeinert lassen sich die Aktivitäten oder die Fortbewegung der Medien auf Infrastrukturkorridoren wie folgt beschreiben:

1. die kontinuierliche Bewegung, der laminare Fluss, die durchgängige Verbindung;
2. das Wechselspiel zwischen Aufenthaltsort und linearer Infrastruktur;
3. das Verweilen und Sich-Aufhalten, das Speichern und Verbrauch-Werden (kurzzeitig);
4. Leben und Habitat (dauerhaft).

5.2 Teilräume der Infrastrukturkorridore

Um diese Hauptaufgaben der Infrastrukturen zu erfüllen, lassen sich in der Regel drei verschiedene Teilräume innerhalb der Infrastrukturkorridore finden. Der **Fließraum** erfüllt dabei vor allem die verbindende Funktion und ist häufig eingebettet in einen **Interaktionsraum**, in dem sich Erschließungsfunktionen, Aufenthaltsfunktionen und Habitatfunktionen bündeln. Diese Teilräume sind von einem **Umfeld** umgeben, dessen Abgrenzung sich z. B. aus den das Gewässer begrenzenden Uferkanten oder aus den Straßenraum begrenzenden Fassaden ergibt. Eine wesentliche Rolle spielt dabei das direkte Umfeld, da es je nach Art, Beschaffenheit und Größe die Me-

dien, die sich innerhalb der Infrastruktur bewegen, einspeist und entnimmt. Die stadtmorphologische Struktur bestimmt die räumlichen Grenzen zwischen Infrastruktur und Umfeld, und damit auch den Korridor. Im Korridor finden alle vier Hauptfunktionen Verbindung, Erschließung, Aufenthalt und Habitat ihren Platz. Für sie können räumliche und zeitliche Eigenschaften bestimmt werden, die sich auf ihre Anordnung im Raum auswirken.

Der Fließraum

Der Fließraum ist geprägt durch den gerichteten, dynamischen Prozess des Fließens. In Straßen sind es die Fahrbahnen für den fließenden Kfz-Verkehr und die Wege für den Rad- und Fußverkehr, in Gewässern ist es der wasserführende und für die Schifffahrt bzw. die Wanderung von Arten relevante Bereich (Wasserkörper). Der Fließraum dient in erster Linie der Verbindungsfunktion. Er ist in Längsrichtung orientiert, durchgängig und kontinuierlich, also in seiner räumlichen Natur linear. Aufgrund physikalischer oder technischer Bedingungen weist er häufig eine feste Breite auf, die sich im Verlauf der Infrastruktur nur an Zulaufstellen und Knotenpunkten verändert. Die Maße und die Materialität des Fließraums ergeben sich entweder aus natürlichen Gegebenheiten oder sie werden technisch für die definierte Durchfluss-Kapazität eines bestimmten maßgeblich zu transportierenden Inhalts (Mediums) ausgelegt. Das Ziel ist dabei häufig ein möglichst „laminarer“, leistungsstarker, störungsarmer Fluss. Fließräume können aber durchaus auch veränderliche Eigenschaften aufweisen und dadurch langsamere, „turbulente“, geschwungene und trotzdem kontinuierliche Strömungen ermöglichen.

Fließräume können die Verbindungsfunktion für ein einziges oder für mehrere Medien übernehmen, wie Wasser und Schiffe in einem Fließgewässer oder Fahrräder und Pkw im Mischverkehr auf einer Fahrbahn, wobei auch jeweils unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten möglich sind. In anderen Fällen werden mehrere Fließräume baulich oder organisatorisch getrennt in einem Korridor parallel geführt. Fließräume, die in räumlicher Beziehung zu Interaktionsraum und Umfeld stehen, dienen immer auch der Erschließungsfunktion, da hier Bewegung zu und zwischen den Zugängen stattfindet. Aufenthalts- und Habitatfunktionen finden im Fließraum in der Regel nicht statt.

Räumlich befindet sich der Fließraum häufig weiter entfernt vom Umfeld als der Interaktionsraum und damit in der Mitte des Korridors, da die Verbindungsfunktion längsgerichtet ist und Durchgängigkeit erfordert und nicht im räumlichen oder funktionalen Zusammenhang mit dem Umfeld steht.

Der Interaktionsraum

Die drei anderen Hauptfunktionen ordnen sich häufig an den Rändern der Korridore an und bilden zusammen einen Interaktionsraum als Schnittstelle zwischen der Fließfunktion des Infrastrukturkorridors und seinen Austauschbeziehungen mit den ihn begrenzenden Stadträumen bzw. Bio-

topen. Dieser Interaktionsraum erscheint linear, ist in seinen Funktionen aber nicht von einer kontinuierlichen Bewegung in Längsrichtung geprägt. Vielmehr resultiert diese Form aus dem linearen, durchgängigen Fließraum und den vom Fließen geformten Grenzen. Im Interaktionsraum reihen sich die wichtigen nicht-linearen Austauschbeziehungen platzsparend und raumfüllend aneinander. Dabei ist die Nähe zum Umfeld durch die Richtung der Erschließungsfunktion vorgegeben, die eine Verknüpfung zwischen Umfeld und Fließraum herstellt. Meist konzentriert sich die Funktion an den Stellen, wo Öffnungen zum Umfeld bestehen, wie z. B. Einfahrten oder verrohrte Zulaufstellen. Sie kann sich aber auch sehr viel diffuser und gleichmäßiger über die Länge des Korridors verteilen, wie beim Parken auf der Fahrbahn oder dem Eintrag von Oberflächenwasser. Entscheidend ist dabei, dass die wesentliche Richtung der Erschließungsfunktion quer zum Korridor verläuft und damit keinen durchgängigen und barrierefreien Raum erfordert. Stattdessen findet der Zugang punktuell an einzelnen, abgrenzbaren Stellen statt, wovon beliebig viele entlang des Interaktionsraums angeordnet sein können.

Die Aufenthalts- und Habitatfunktionen sind ebenfalls häufig eher in diesem Raum in entsprechend passenden Nischen verortet. Aus den beschriebenen Formen des Korridors, des Interaktionsraums und der Erschließungsfunktion entstehen undefiniert viele und unterschiedlich große Nischen, die durch Aufenthalts- und Habitatfunktionen ausgefüllt werden oder für diese vorgesehen werden können. Es ist davon auszugehen, dass diese Funktionen bestimmte Rahmenbedingungen benötigen, wie z. B. ausreichend große Flächen oder die Verträglichkeit mit den anderen Funktionen. Aus dem Zusammenspiel dieser Eigenschaften und Rahmenbedingungen der Funktionen ergibt sich die Form des Interaktionsraums als eine Aneinanderreihung von unterschiedlich genutzten Einzelflächen.

Beispiele für den Interaktionsraum sind der Straßenrand mit parkenden Kfz, Bushaltestellen und neuen Mobilitätsangeboten, unterbrochen durch Bäume und Aufenthaltsbereiche - oder der Uferbereich von Gewässern als Übergang zwischen aquatischen und terrestrischen Biotopen, der natürlich bewachsen oder hart mit Wassertreppen, Stegen und Pontons gestaltet ist. Der Interaktionsraum ist entlang der Infrastrukturen ein Raum hochdynamischer und unterschiedlicher Funktionen, die sich daher oft auch temporär abwechseln und räumlich überlagern, z. B. im Überschwemmungsbereich oder an Überfahrten.

Das Umfeld

Das Umfeld grenzt beidseitig an den Korridor und ist häufig über den Interaktionsraum mit dem Fließraum verbunden. Es handelt sich um die verschiedenen Stadt- und Landschaftsräume, wie z. B. Wohngebäude, Parkanlagen, Gewerbe- und Industrieflächen, landwirtschaftlich genutzte Flächen oder Biotopflächen. Diese Räume bzw. Orte sind Quelle und Senke für die Verbindungsfunktion und stehen mit dem Korridor im Austausch durch die

Erschließungsfunktion. Das Umfeld beherbergt in der Regel mehrere Medien mit ihren unterschiedlichen Bedarfen an die Habitatfunktion. Technische Medien wie Energie und Brauchwasser werden hier erzeugt, verbraucht, verarbeitet oder aufbereitet. Menschen leben, arbeiten oder verbringen hier ihre Freizeit, Pflanzen und Tiere finden hier Lebensraum und Rückzugsorte. Die Habitat- und Aufenthaltsfunktionen gehen hier ineinander und durch die Erschließungsfunktion auch in die Verbindungsfunktion über. Dies bedingt, dass sich diese Funktionen irgendwo dazwischen bewegen und sich dementsprechend räumlich sowohl in kleinerem Umfang im Interaktionsraum als auch vor allem im Umfeld selbst ansiedeln. Je nach Flächenverfügbarkeit und Nutzungsdruck ist das Umfeld auch Entlastungsraum für den Interaktionsraum und umgekehrt. Parkplätze auf den Grundstücken entlasten den Straßenraum, andererseits können Infrastrukturen bei entsprechender Gestaltung wertvollen Aufenthaltsraum und Begegnungsraum für Menschen aus dem Umfeld bieten. In Zeiten von verändertem Fließverhalten kann das Umfeld auch als Ausweich- oder Überflutungsfläche dienen.

Übergeordnet kann eine durchdachte Gestaltung der an die Korridore angrenzenden Räume eine insgesamt veränderte Raum- und Infrastrukturnutzung bedingen und so Einfluss auf die Verbindungsfunktion im Netz nehmen. Die angrenzenden Räume des Umfelds sind als Quellen und Senken zu verstehen und sie können etwa durch lebendige öffentliche Erdgeschossnutzungen und eine kleinteilige Mischung kürzere Wege erzeugen und somit die Bewegungsmuster auf dem Korridor verändern. Dies kann wiederum einen erhöhten Nutzungsdruck aus Erschließungs- und Aufenthaltsfunktionen im direkt angrenzenden Korridor hervorrufen.

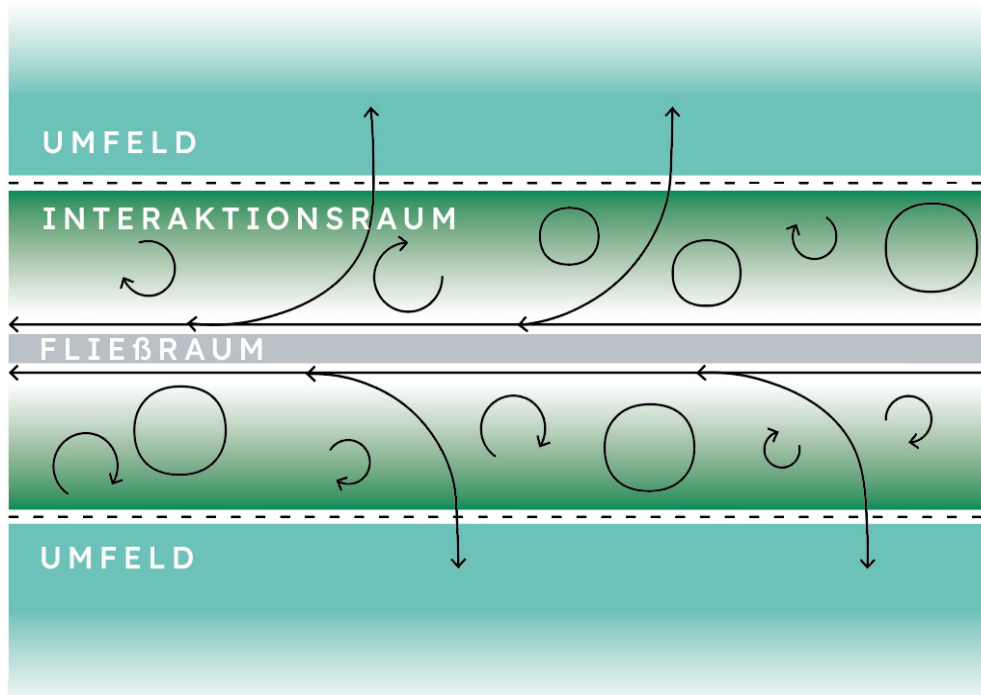


Abbildung 7: Beispielhafte schematische Darstellung räumlicher Zuordnung der Funktionen im Infrastruktorkorridor.

In jedem Infrastruktorkorridor gestalten sich die Zuordnung der Funktionen und somit die Fließräume oder Interaktionsräume je nach Gegebenheiten und Anforderungen räumlich unterschiedlich. (Quelle: LILAS / Katarina Bajc)

5.3 Zwischenfazit

Bei den meisten Infrastrukturen handelt es sich um eher monofunktionale Typologien, die vorrangig einem Medium bzw. einer Hauptfunktion vorbehalten sind, auch wenn andere zugelassen oder geduldet werden. Straßen sind für Fahrzeuge und Personen vorgesehen, während kanalisierte Gewässer für Personen- oder Güterverkehr und die Entwässerung gebaut wurden. Für andere Medien, wie z. B. als Lebensraum für Tier- und Pflanzenarten, sind natürliche Fließgewässer vorgesehen, und diese werden auch ausschließlich dort rechtlich geschützt und gefördert (vgl. WRRL). Neue multifunktionale Typologien von Infrastrukturen werden zunehmend testweise oder modellhaft entwickelt (z. B. Bendiks und Degros 2019), sind bis heute aber noch nicht umfassend rechtlich oder regulativ definiert.

Aus Sicht des LILAS-Forschungsverbundes bedarf es daher einer neuen Typologisierung urbaner Infrastrukturen, welche die erkannte Notwendigkeit der nachhaltigen Entwicklung und Qualifizierung einbezieht und zu einer Gesamtkategorisierung mit entsprechenden Gestaltungs- und Umsetzungsvorschlägen zusammenführt. Wir gehen davon aus, dass sich keine trennscharfen Typologien ableiten lassen, im Sinne z. B. einer Infrastruktur für „technische Verbindungsfunktion“ oder für „ökologische Aufenthaltsfunktion“, sondern dass sich die Typologien in einem Kontinuum verorten lassen. Die verschiedenen Aspekte der Funktionen und Medien sollten darauf aufbauend in jedem Korridor der Hauptschlagadern oder der Nebenadern der angeschlossenen feinmaschigen Netze abgestimmt und überlagert werden, um insgesamt eine ausgewogene Balance innerhalb des Netzes ohne zu einseitige monofunktionale Teilbereiche zu erreichen.

Räumlich sind dafür neue Konzepte der Multifunktionalität zu entwerfen und umzusetzen, die eine gleichzeitige oder auch zeitversetzte Mehrfachnutzung von Räumen ebenso in Betracht ziehen, wie Flächenumwidmungen, die Zurückdrängung oder auch den Ersatz zu stark dominierender Nutzungen sowie den Einsatz flächensparender Konzepte für die gleiche Funktion. Aus einer Governanceperspektive müssen dafür Ansätze zur Multicodierung, zur sektorübergreifenden Transformation sowie zu einer inter- und transdisziplinären Zusammenarbeit entwickelt werden. Im folgenden Kapitel werden drei mögliche übergeordnete räumliche Ansätze zur multifunktionalen Transformation linearer Infrastrukturen hin zu solchen neuen Infrastrukturtypologien beschrieben.

6. Räumliche Transformationsansätze urbaner Infrastrukturkorridore

(Bajc, K.; Stokman, A.)

Die in Kapitel 3 beschriebenen Transformationsansätze lassen sich auch auf die Transformation unterschiedlicher technischer Infrastrukturen übertragen. Der Bezug zwischen der Multi-Level-Perspective als Modell für die Transformation sozio-technischer Regime (Geels und Schot 2010; Geels 2002) und Infrastrukturkorridoren in Städten, ergibt sich aus der Betrachtung lokal-spezifischer „Nischen“, z. B. auf Straßen oder in Kanälen. Hier können sich kleinräumige oder punktuelle Innovationen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung, als Ausgangspunkte oder auch Muster für eine Transformation des übergeordneten Gesamtsystems auf der „Regime-Ebene“, z. B. der Stadt Hamburg, entwickeln. Dadurch kann ausgehend von den räumlichen Spezifika, der lokale gesellschaftliche Kontext berücksichtigt und in die Weiterentwicklung von Zielvorstellungen einbezogen werden (Coenen und Truffer 2012).

Durch die Entwicklung und Gestaltung konkreter Räume in der Stadt wird die Verbindung zu den institutionellen Veränderungen und den entsprechenden Mechanismen zwischen erstens der Stadtgesellschaft, zweitens der Organisationen, Projekte, Initiativen und kleinräumigen Möglichkeitsräume und drittens der Individuen in der Stadt deutlich (Kagan et al. 2019). Seit den 2000er Jahren gibt es den Trend, dass Nutzer:innen stärker in ihrer Rolle als Kund:innen mit Wahlmöglichkeiten die Infrastrukturentwicklung beeinflussen oder sogar als Koproduzent:innen ihrer Gestaltung und ihres Betriebs fungieren (Schmidt und Monstadt 2018). Durch punktuelle und kleinräumige Transformationsprojekte entsteht zunehmend ein zivilgesellschaftlicher und politischer Druck, vielfältigere und nutzbare Interaktionsräume in urbanen Infrastrukturkorridoren zu ermöglichen, z. B. durch Parklets oder Urban Gardening im Straßenraum oder durch Anlegestellen und schwimmende Gärten in urbanen Gewässern. Durch die Transformation dieser Räume werden die alltäglichen Routinen neu organisiert und Verhaltensweisen geändert. Zunehmend ändert sich dadurch auch das Verständnis der Infrastrukturräume als bislang anonyme „Nicht Orte“ (van Laak 2017), die rein funktional gestaltet sind, hin zu ihrer Wahrnehmung als attraktive Aufenthalts- oder Lebensräume.

Mehrere Komponenten technischer Infrastrukturen können unterschieden werden und sind bei einer Transformation entscheidend: In erster Linie werden Infrastrukturen als materielle Strukturen, technische Artefakte und Netze verstanden. Gemeint sind aber auch, wie oben beschrieben, die institutionellen Arrangements und Praktiken zur Produktion und Nutzung von Infrastrukturdienstleistungen und die Governancestrukturen für deren Organisation (Monstadt 2018). In diesem Kapitel beschränken wir uns auf die Darstellung möglicher räumlicher Transformationen von Infrastrukturkorridoren als materielle Strukturen.

Ökologische und soziale Qualifizierungen der Infrastrukturkorridore können gestalterisch und räumlich angestoßen werden, indem:

- der Fließraum mit punktuellen Maßnahmen oder einzelnen Modulen und Trittsteinen angereichert wird, um einen durchmischten multifunktionalen Interaktionsraum zu initiieren;
- die räumliche Aufteilung unterschiedlicher parallel laufender Fließräume neu ausgehandelt wird, um möglichst durchmischte und ausreichend große, durchgehende Interaktionsräume im Korridor zu schaffen;
- eine bestehende übergeordnete Funktion oder Hauptfunktion des Fließraums ausweicht oder abgeschafft wird und durch neue Funktionen und einen durchmischten Interaktionsraum ersetzt wird.

Diese erkannten drei grundsätzlichen räumlichen Transformationsansätze reagieren auf die spezifischen Rahmenbedingungen und die Grundsatzentscheidung, ob die bestehende Hauptfunktion erhalten bleiben, verändert bzw. verlagert oder durch eine andere Hauptfunktion ersetzt werden kann und soll. Die Ansätze hängen auch davon ab, ob der Fließraum in seiner Form und Dimension oder in der Geschwindigkeit der sich fortbewegenden Medien erhalten werden muss. Die Art und Intensität des Inputs und des Outflows der Medien aus der Umgebung in die Infrastrukturnetze sind daher für die räumliche Zuordnung und die Gestaltung der Infrastrukturkorridore entscheidend. Deshalb lassen sich Transformationen der linearen Infrastrukturen nicht ausschließlich im einzelnen Infrastrukturkorridor durchführen, sondern müssen auf der Ebene des gesamten Infrastruktursystems konzipiert werden, indem die Quellen, Ziele und Mengen des Mediums, beispielsweise Wasser oder Verkehr, verändert werden. Entwicklungen innerhalb des Korridors können aber unter Umständen kleinräumig oder punktuell angestoßen werden und sich auch auf das Gesamtsystem übertragen und auswirken, indem sie zum Beispiel ein neues sozio-technisches Regime (Monstadt 2018; Geels und Schot 2010; Geels 2002) einleiten oder veränderte Bedingungen für die Entwicklung des Ökosystems schaffen.

Im Folgenden werden die drei genannten räumlichen Transformationsansätze näher erläutert und mit Beispielprojekten aus der Praxis veranschaulicht.

6.1 Punktuelle Maßnahmen

Bei den Infrastrukturkorridoren, in denen die grundlegende räumliche Anordnung aus rechtlichen, organisatorischen, funktionalen oder baulichen Gründen erhalten bleiben muss, ist lediglich eine Anreicherung mit punktuellen und kleinteiligen Maßnahmen zur Integration ergänzender Funktionen durch einzelne Module oder Trittsteine innerhalb der bestehenden Raumaufteilung möglich. Typisch ist in diesen Fällen vor allem, dass der Fließraum häufig keinen begleitenden Interaktionsraum aufweist und monofunktional strukturiert ist. Die Module ergänzen punktuell neue Funktionen

innerhalb des Interaktionsraums und können entweder unterbrochen als einzelne Trittsteine dienen oder aneinandergereiht und miteinander verbunden werden. So kann sukzessive auch ein neuer linearer Interaktionsraum entstehen.

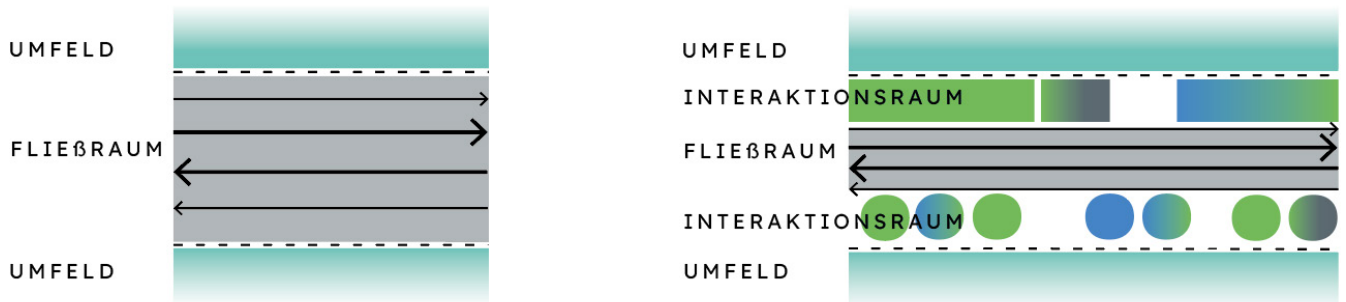


Abbildung 8: Schematische Darstellung Transformationsansatz „Punktuellen Maßnahmen“ (beispielhaft)
(Quelle: LILAS / Katarina Bajc)

Beispiel: Regents Canal, London

„Die Suche nach den besten Möglichkeiten für eine Gewässerentwicklung beginnt mit der Frage, ob dem Gewässer Entwicklungsraum zur Verfügung steht oder ob zusätzlicher Raum verfügbar gemacht werden kann, beispielsweise mit dem Erwerb weiterer Flächen, mit einer fallbezogenen Entschädigung des Eigentümers oder einer einfachen Duldung der notwendigen Maßnahmen durch den Eigentümer“ (UBA 2009: 10). Kanäle innerhalb der dicht bebauten urbanen Gebiete lassen häufig keine dieser Möglichkeiten zu, um den Infrastrukturkorridor räumlich zu erweitern und eine klassische Gewässerrenaturierung durchzuführen. In diesen Kanälen ist ein ökologischer Interaktionsraum durch die verbaute Uferkante nicht gegeben und das terrestrische Umfeld grenzt direkt an die aquatische (Fließ-)Zone. In solchen Fällen muss der Fließraum unverändert bleiben und grenzt direkt an das Umfeld. Soziale und technische Interaktionsräume hingegen sind in Form von Wassereinleitungen oder Stegen und Anlegestellen häufiger auch in solchen Kanälen vorhanden.

Kanäle können jedoch mit punktuellen Elementen versehen werden, um zusätzlich einen ökologischen Interaktionsraum innerhalb des Korridors in Form von Trittsteinen neu zu schaffen. Im Regents Canal in London wurden beispielsweise zu diesem Zweck begrünte schwimmende Elemente aus organischem Substrat angelegt. Diese vermitteln zwischen den aquatischen und terrestrischen Zonen des Kanals, in dem sie eine Zwischenzone anbieten und die Funktionen des Kanals sowohl als Habitat für Fauna als auch für den Aufenthalt durch Menschen aufwerten. Diese schwimmenden Elemente bilden zwar keine typische natürliche Uferzone, wo der Übergang

zwischen aquatischen und terrestrischen Zonen über eine Böschung verläuft, sie können aber trotzdem viele Funktionen des Interaktionsraums solcher natürlichen Ufer übernehmen. In dieser Zone lebende Mikroorganismen sorgen für die Selbstreinigungskraft des Gewässers. Ebenso können geschützte Lebensräume und Laichplätze für Kleinstlebewesen, Insektenlarven, Amphibien und Fische entstehen. Die Biomasse eines schwimmenden begrünten Elements oberhalb des Wassers ist insbesondere als Lebensraum für Insekten und Vögel, aber auch für aquatische Säugetiere interessant.



Abbildung 9: Transformation Regents Canal in London (Quelle: © BIOMATRIX WATER 2022)

Eine stärkere Verzahnung sowohl der sozialen (Aufenthalt, Freizeit), der ökologischen (Lebensraum, Trittstein-Biotop) als auch der technischen (Regenwasserreinigung) Dimensionen wäre auch integriert in punktuellen, zum Teil multifunktionalen Modulen denkbar, und würde den Interaktionsraum der Kanäle noch weiter diversifizieren. Im Regents Canal Projekt haben sich die Planer:innen zunächst auf die ökologische und ästhetische Funktion durch die Begrünung fokussiert.

Beispiel: Grätzloasen, Wien

In vielen Städten weltweit werden im Straßenraum immer häufiger punktuelle und teilweise auch nur temporäre Interventionen vorgenommen. Oft entstehen sie im Rahmen kurzzeitiger oder mehrmonatiger Aktionsprogramme, mit denen gezielt lokale Initiativen zur Gestaltung aufgerufen und gefördert werden. Räumlich zielen diese kleinteiligen Maßnahmen meist auf den Interaktionsraum, also die Seitenräume oder den Raum zwischen Fahrbahn und Gehweg, den Straßenrand, auf ausgewiesene Parkflächen oder einfach auf eine ausreichend breite Fahrbahn, die nur vereinzelt durch Einfahrten durchbrochen wird. Diese Räume finden sich insbesondere im erschließenden Straßennetz in Gebieten mit hoher Wohnnutzung. Dort ist der Pkw-Bestand und damit auch der längerfristige Abstellbedarf am höchsten, und es gibt nur wenig Durchgangsverkehr. Gleichzeitig dienen die meisten Flächen der verkehrlichen Erschließung und nur wenig oder gar nicht den sozialen und ökologischen Bedarfen.

Die punktuellen Interventionen verfolgen das Ziel, diesen Bedarfen zumindest in begrenztem Umfang und mit überschaubarem Aufwand Raum zu bieten. Bekannt geworden sind solche Maßnahmen zum Beispiel durch die Parklets, die innerhalb der Parkstreifen die Fläche von ein bis zwei Parkständen einnehmen und Begrünung, Fahrradabstellmöglichkeiten oder Aufenthaltsflächen schaffen. Häufig handelt es sich dabei um kleine, modulare Bauwerke oder Möbel, die relativ einfach auf- und wieder abgebaut werden können. Durch ihre Formgebung können sie an einzelnen Stellen, aber auch in regelmäßigen Abständen auf dem zuvor reinen Parkstreifen angeordnet werden. Auch hier geht es darum, den Interaktionsraum von Straßen multifunktionaler zu gestalten, indem die technischen verkehrsbezogenen Nutzungen durch soziale und ökologische Nutzungen ergänzt werden.



Abbildung 10: Transformation eines Parkraums zum Parklet bzw. einer Grätzloase in Wien (Quelle: © LA21 Wien / Tim Dornaus)

Wie viele andere Städte, fördert die Stadt Wien die Schaffung und Nutzung solcher Parklets unter dem Namen „Grätzloasen“. Einzelpersonen und Nachbarschaftsinitiativen können sich bewerben, um einen Sommer lang ein Parklet in ihrer Straße aufzubauen, zu nutzen und zu bespielen. Sie dürfen dabei keinen kommerziellen Zweck verfolgen und sollen stattdessen frei zugängliche Aufenthaltsflächen anbieten und für Erholung oder Abkühlung sorgen (Stadt Wien 2022). Parklets weisen ein großes Potenzial für die Aufwertung oder die Transformation der Straßenräume auf, weil sie eine Veränderung der Wahrnehmung des Straßenraums herbeiführen können und als Initialzündung für eine dauerhafte Umgestaltung dienen. Dennoch können die einfache temporäre Bauweise und die selbstgemachte DIY-Ausführung solcher Module die hochwertige Gestaltung der öffentlichen Räume nicht ersetzen. Vor allem begrünte Elemente sind temporär schwer umzusetzen und erfordern ein intensiveres Engagement der lokalen Initiativen.

Beispiel: BlueGreenStreets-Elemente

Vielfältige Elemente aus dem Forschungsprojekt BlueGreenStreets (BGS) können an dieser Stelle erwähnt werden, weil sie unterschiedliche Optionen für die Umsetzung je nach Kontext des Straßenraums ermöglichen. Sie können sowohl einzeln punktuell eingesetzt werden und so den Straßenraum aufwerten oder in Kombination aneinandergereiht in der Summe eine noch größere Wirkung erzielen. Das Projekt entwickelt Konzepte für eine wassersensible Straßengestaltung zur Erfüllung wasserwirtschaftlicher Ziele (blue), bei gleichzeitiger Erhöhung der Qualität von Aufenthalts- und Begegnungsräumen, inklusive einer erhöhten Vitalität der Vegetation (green) (BGS 2022b). Daraus ergeben sich auch Synergien zur Hitzevorsorge durch Verdunstung und Verschattung im Straßenraum. Die verschiedenen BGS-Elemente sind, indem sie bereits mehrere Funktionen erfüllen, schon an sich multifunktional technisch ausgeführt und gestaltet. Das Spektrum reicht von vitalen Baumstandorten, Elementen der Versickerung oder Verdunstung, Elementen zur Starkregenvorsorge bis zu Elementen der Wasserreinigung oder -nutzung.

Die einzelnen Maßnahmen können in einen bestehenden Infrastrukturkorridor integriert werden und so den Straßenraum zu einem multifunktionalen Korridor unterschiedlicher Dimensionen qualifizieren. Zu einem signifikanten Anstieg der blau-grünen Leistungen im Straßenraum tragen sie aber vor allem bei, wenn sie einen neuen, durchgehenden und funktional verbundenen Interaktionsraum bilden - den sogenannten BGS-Korridor (BGS 2022b). Auch wenn nicht der gesamte Straßenraum neu geplant wird und es keine Option für die Realisierung eines durchgehenden BGS-Korridors gibt, ist die Integration einzelner Elemente in die verfügbaren Flächen im Bestand von Vorteil. In vier deutschen Städten wurde die Implementierung einiger BGS-Elemente wissenschaftlich begleitet. Dabei zeigte sich, dass für die Implementierung einzelner Elemente die Schaffung eines BGS-Korridors als neues Straßenelement und als räumlicher Ordnungsrahmen hilfreich ist. Die Realisierung des BGS-Korridors führt zu einer veränder-

ten Flächenaufteilung und eignet sich daher besonders bei Sanierungen des kompletten Infrastrukturkorridors, die zu einer neuen Raumaufteilung führen. Dies entspricht im LILAS-Forschungsprojekt dem Transformationsansatz „Neue Raumaufteilung“, der im Folgenden beschrieben wird.

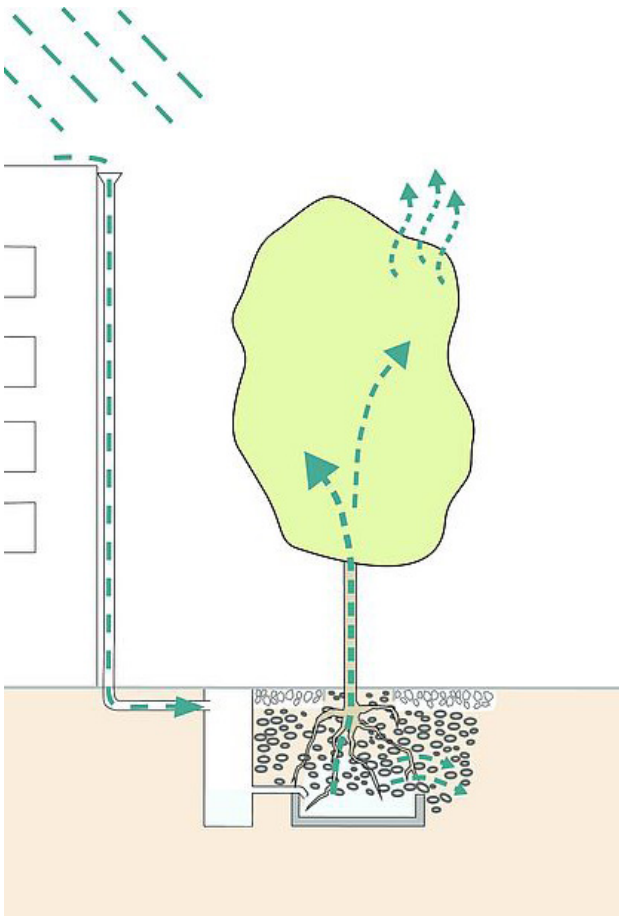


Abbildung 11: Schematische Darstellung eines vitalen Baumstandorts in einer Baumrigole (Quelle: BlueGreenStreets / HafenCity Universität) und ein realisiertes BGS-Pilotprojekt in der Hölertwiete, Hamburg (Quelle: BlueGreenStreets / Michael Richter)

6.2 Neue Raumaufteilung

Eine räumliche Umverteilung der Funktionen und eine stärkere Multifunktionalität des gesamten Korridors wird durch Transformationsansätze ermöglicht, die auf eine grundlegend veränderte Raumaufteilung innerhalb des Infrastrukturkorridors zielen.

Da Straßen, insbesondere Hauptverkehrsstraßen, in der Regel für den Kfz-Verkehr ausgelegt sind, dominiert hier nicht nur das Pkw-Parken, sondern vor allem sind mehrere Fahrstreifen pro Richtung und breite Fahrbahnen die Regel. Auch Kanäle sind typischerweise eher für den Wasserverkehr angelegt und entsprechend begradigt und verbaut. Die technische Fließfunktion und somit auch der Fließraum dominieren und lassen meist nur geringe

soziale und ökologische Funktionen zu, oder verdrängen diese sogar vollständig. Um anderen Bedarfen gerecht zu werden, muss daher häufig der Fließraum neu aufgeteilt oder teilweise in einen Interaktionsraum transformiert werden. Da jedoch ein gewisser, gegebenenfalls langsamerer und weniger leistungsfähiger Verkehrsfluss aufrecht erhalten bleiben soll, kann der Fließraum nicht vollständig in Längsrichtung unterbrochen werden. Stattdessen kann er in seiner Breite oder in seinem Verlauf verändert werden.

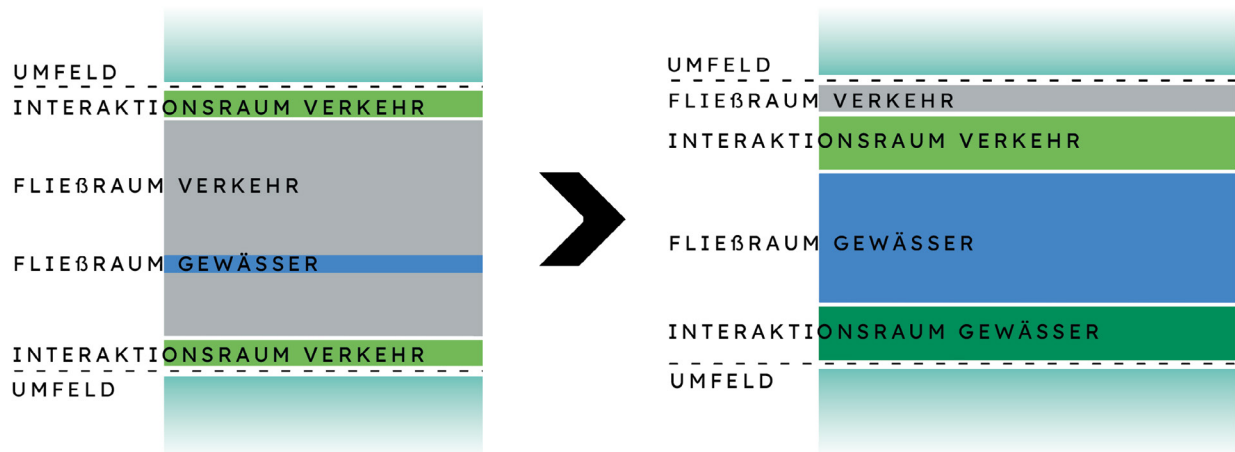


Abbildung 12: Schematische Darstellung Transformationsansatz „Neue Raumaufteilung“ (beispielhaft) (Quelle: LILAS / Katarina Bajc)

Beispiel: Scandiagade, Kopenhagen

Straßenräume sind auf die Herausforderungen durch zunehmende Starkregenereignisse in der Stadt im Klimawandel nicht ausgerichtet. Die lange etablierte Strategie der schnellen Ableitung von Regenwasser von der Fahrbahn in die Sielnetze funktioniert bei extremen Wetterereignissen nicht mehr und führt zu Überflutungen der Straßen. Es braucht daher in unmittelbarer Nähe zum Fließraum ausreichend Raum für die Zwischenspeicherung von Regenwasser. Kopenhagen hat hier im Rahmen seiner Cloudburst Strategie beispielhafte Modellprojekte realisiert.

In dem dicht bebauten Kopenhagener Stadtteil Sydhavn wurde der lange vernachlässigte, wenig genutzte und eher unattraktive grüne Mittelstreifen zwischen den Fahrbahnen der Verbindungsstraße Scandiagade von 2017 bis 2019 zu einem multifunktionalen Freiraum mit großer Pflanzenvielfalt und acht Rückhalteräumen umgestaltet, die bei Starkregen zusammen bis zu 1.500 m³ Regenwasser aufnehmen können. Die Bevölkerung konnte gemeinsam mit den Landschaftsarchitekten vom Büro 1:1 Landskab diese acht Bassins individuell gestalten. Entstanden sind u. a. ein kleiner Abenteuerspielplatz, ein Schmetterlingsgarten, ein Bereich mit Hängematten, eine Hügelandschaft und ein Raum für wilde Natur. Kleine Holzbrücken über die Bassins schaffen neue Verbindungen zwischen den beiden Straßenseiten.

Mitten in einem der dichtesten Kopenhagener Stadtteile wurde durch diese Transformation ein neuer Interaktionsraum in der Mitte der Straße mit großer sozialer Bedeutung und Erholungsfunktion für die Bevölkerung sowie einer ökologischen Aufwertung geschaffen, der gleichzeitig Schutz vor Überflutungen durch Starkregen bietet. Die wichtige Verbindungsfunktion der Straße Scandiagade ist erhalten geblieben. Der Fließraum wurde aber durch diesen multifunktionalen Interaktionsraum ergänzt und die Scandiagade wurde so zu einer attraktiven grün-blauen Verbindung zwischen den alten und neuen Quartieren in Sydhavn transformiert.

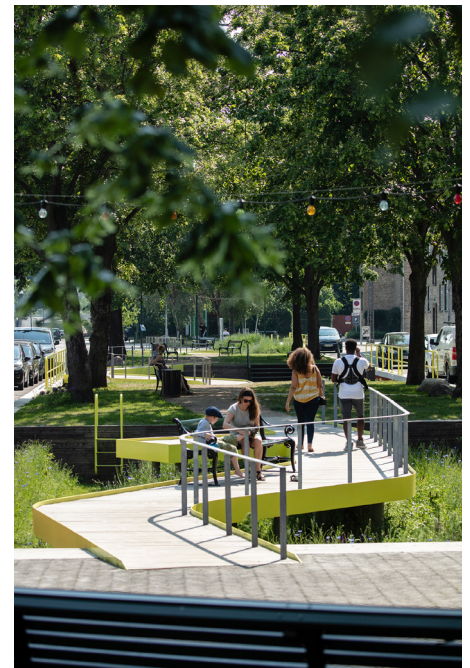


Abbildung 13: Transformation Scandiagade in Kopenhagen (Quelle: © 1:1 Landskab)

Beispiel: Catharijnesingel, Utrecht

„Monotone Gewässerstrukturen sind neben stofflichen Belastungen eine der Hauptursachen für die Verfehlung der Ziele der EG-Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland“ (UBA 2020: 5). Im urbanen Raum wird das Gewässerbett häufig eingeeignet oder verrohrt, der natürliche Überflutungsraum wird abgekoppelt und die Ufer sind technisch verbaut - somit ist der Interaktionsraum eingeschränkt oder gar nicht vorhanden. Die Gewässerverlegung oder -überbauung mit einer Reduzierung des Interaktionsraums erfolgt zugunsten unterschiedlicher anderer Nutzungen und lässt häufig nur noch den notwendigen Fließraum für das Gewässer zu. Doch auch eine durch technische Maßnahmen gesteigerte Abflusskapazität der Gewässer ist häufig überfordert, da der Flächenverbrauch durch die intensive Siedlungstätigkeit im Einzugsgebiet der Gewässer die Abflussdynamik vielerorts nachteilig für die Stadtentwicklung verändert hat (DWA 2021a). Aber nicht nur der Abfluss, sondern auch der Anspruch an mehr Lebensqualität entlang urbaner Gewässer und ihrer Ufer sowie der ökologische Zustand dieser Räume erfordern mehr Platz für den Interaktionsraum in diesen Infrastrukturkorridoren.

Ein Beispiel für eine Transformation, die durch eine neue Raumaufteilung auf das Problem reagiert, ist der Kanal Catharijnesingel in Utrecht. Utrecht war jahrhundertlang von einer Verteidigungsmauer und einem Außenkanal, dem Catharijnesingel, umgeben. Ab 1969 wurde ein Teil des Kanals trockengelegt und floss verrohrt unter der Straße. Das Wasser machte Platz für den Bau einer breiten, abgesenkten Hauptverkehrsstraße mit bis zu zwölf Fahrspuren. In 2020 wurde das Gewässer wieder freigelegt, der ursprüngliche Wasserverlauf wurde wiederhergestellt und naturnah mit einem Park an der Uferzone gestaltet. Der Fließraum der Straße blieb bestehen und läuft heute parallel entlang des Kanals, er ist jedoch mit zwei Fahrspuren wesentlich schmaler als zuvor. In diesem Infrastrukturkorridor befinden sich heute also mehrere Fließräume und Interaktionsräume, die Ökologie, Wasser, Erholung und Verkehr vereinen. Das Landschaftsarchitekturbüro OKRA entwarf eine neue Parkanlage, die sich an den bestehenden fünf Kilometer langen Zoicherpark entlang des Catharijnesingel anschließt. Die Rückkehr des Wassers macht den gesamten Kanal heute zu einem Ort, an dem sich die Menschen gerne aufhalten und der zur Bewegung anregt. Nutzer:innen können zu Fuß oder mit dem Boot das Stadtzentrum und die Überreste des Schlosses Vredenburg umrunden.



Abbildung 14: Transformation Catharijnesingel Kanal in Utrecht (Quelle: © OKRA landschaftsarchitekten)

Diese Art der Transformation von zuvor verrohrten Gewässern ist auch als „Daylighting“ bekannt und wurde in mehreren anderen Städten angewendet, beispielsweise am Fluss Aarhus in der Innenstadt von Aarhus, am Fluss Neckar in Villingen-Schwenningen oder am Fluss Cheonggyecheon in Seoul. In Teglværksdammen in Oslo wurde die Freilegung des Kanals als natürliches Reinigungssystem konzipiert, mit Sedimentationsbecken, Wasserschnellen, einem See und flachen Gewässern mit Vegetation.

6.3 Ersetzen der Hauptfunktion

Ein dritter Transformationsansatz ist die Neudefinition der Hauptfunktion eines Infrastrukturkorridors, wobei die ursprüngliche Hauptfunktion durch eine neue ersetzt wird. Dieser Transformationsansatz ist umfassender und radikaler als die beiden vorherigen und sieht vor, dass sich die Nutzungen des Fließraums und des Interaktionsraumes nicht nur räumlich verlagern, sondern dass sich der gesamte Infrastrukturkorridor auch inhaltlich und funktional grundsätzlich verändert. Üblicherweise ist auch für die neuen Nutzungen ein Fließraum und ein Interaktionsraum erforderlich, allerdings wird der Fließraum im Korridor in diesem Transformationsansatz durch ein anderes Medium dominiert und dementsprechend mit einer anderen Hauptfunktion neu belegt. Dies erfordert einen Eingriff auf der Ebene des Gesamtsystems und hat auch auf das Umfeld erhebliche Auswirkungen. Wenn ein Verkehrskorridor durch einen naturnah gestalteten Gewässerkorridor oder einen linearen Park ersetzt wird, steigert das in der Regel auch die Aufenthaltsqualität oder die ökologische Qualität im Korridor sowie im Umfeld. Allerdings hat es ebenfalls Auswirkungen auf die Verkehrsströme im Gesamtnetz, sodass es auch zu einer Überlastung anderer Verkehrskorridore im System kommen kann.

Dieser Transformationsansatz ist daher mit komplexen Planungs- und Entscheidungsprozessen verbunden, da die positiven oder auch negativen Folgen weit über den einzelnen Korridor oder das Infrastrukturnetz hinaus reichen. In manchen Fällen wird die Funktionalität des gesamten Systems dadurch verändert, weil die Art und Intensität der Strömung schon an der Quelle ab- oder zunimmt.

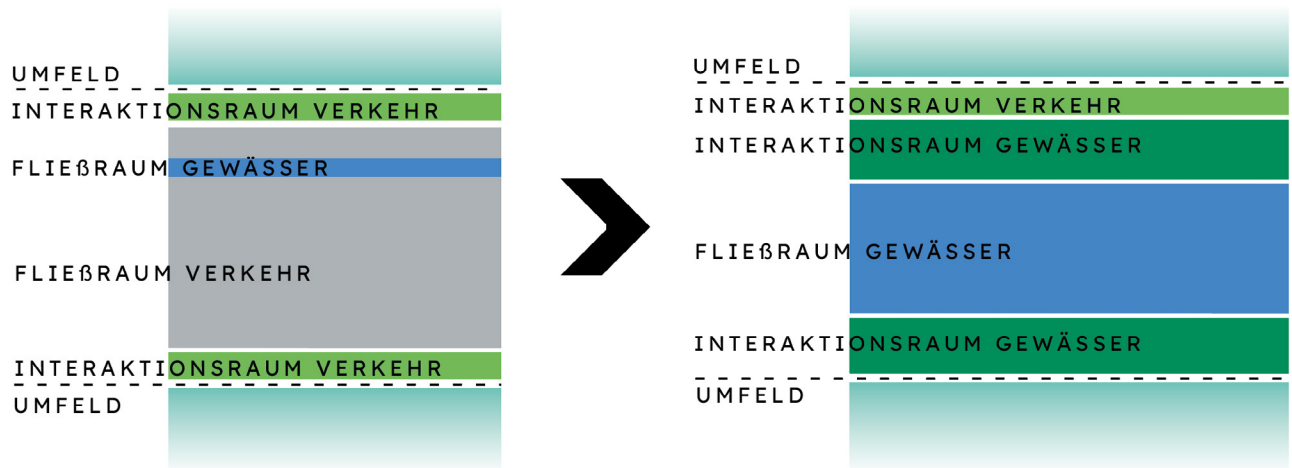


Abbildung 15: Schematische Darstellung Transformationsansatz „Ersetzen der Hauptfunktion“ (beispielhaft)
(Quelle: LILAS / Katarina Bajc)

Beispiel: Siegen – zu neuen Ufern

In Siegen wurde eine entsprechende Transformation des Korridors realisiert, um die Raumaufteilung innerhalb eines Abschnitts des Infrastrukturkorridors des Flusses Sieg und der parallel verlaufenden Brüder-Busch-Straße grundsätzlich neu zu definieren. Eine in den 1960er Jahren gebaute Betonplatte überragte die Sieg zwischen der Hindenburgbrücke und der Bahnhofstraße zu etwa 80 Prozent und wurde als Parkplatz genutzt. Im Rahmen des Projekts „Siegen – zu neuen Ufern“ wurde diese Siegplatte 2014 entfernt, das Flussbett der Sieg samt Ufer revitalisiert und eine Treppenanlage mit Begrünung als Zugang zum und Aufenthalt am Wasser geschaffen.

Diese Transformation des gesamten Infrastrukturkorridors erforderte eine Aushandlung der Raumsprüche der unterschiedlichen Nutzungen (Wasserwirtschaft, Freizeit, Verkehr) und führte sowohl zu einer grundsätzlich neuen Raumaufteilung im Infrastrukturkorridor als auch in der Umgebung. Durch den Wegfall der Verkehrsfunktion im Korridor hat sich der motorisierte Verkehr auf die Straßen in der Umgebung verlagert. Entsprechend wurde ein Konzept für eine neue Verkehrsführung in der Siegener Innenstadt erarbeitet. Der Infrastrukturkorridor erhält dadurch eine neue Hauptfunktion, da die ehemalige Fahrbahn der Straße zu einer Promenade mit öffentlichen Freiflächen und hoher Aufenthaltsqualität umgebaut wurde.

Der nach dem Umbau viel größere Interaktionsraum im Korridor wurde durch verschiedene Maßnahmen qualifiziert: Die Uferzone wurde begrünt, der parallel laufende Fließraum des motorisierten Verkehrs, die Brüder-Busch-Straße, wurde zur Fußgängerzone und gestalterisch zu einem Flanierboulevard aufgewertet. Auch die Fließgeschwindigkeit des Wassers verlangsamt sich zwangsläufig durch die Renaturierungsmaßnahmen an der Uferzone und der Gewässersohle.2011



Abbildung 16: Transformation Innenstadt Siegen
(„Siegen – zu neuen Ufern“) (Quelle: © Universitätsstadt Siegen)

Beispiel: Superblocks Barcelona

Auf Grundlage der in Kapitel 4.1 skizzierten Leitbilder der Vergangenheit sind monofunktionale Infrastrukturkorridore entstanden, die den heutigen Ansprüchen an den öffentlichen Raum nur bedingt gerecht werden. Besonders das Leitbild der autogerechten Stadt hat zu Straßenkorridoren geführt, in denen große Flächen durch den Fließraum dominiert werden und kaum soziale Funktionen möglich sind. Im Rahmen einer Transformation hin zu einer multifunktionalen Gestaltung der Infrastrukturkorridore werden die Flächen der zumeist den Raum dominierenden Hauptfunktion durch eine neue, ggf. schon im Korridor befindliche, Funktion ersetzt.

Mit einem ähnlichen Ziel haben die Planer:innen in Barcelona die Raumaufteilung in der Rasterplanstruktur verändert. Einzelne Straßen zwischen den Blocks wurden für den Kfz-Durchgangsverkehr, also für den Durchfluss, gesperrt und sogenannte Superblocks (englisch/deutsch) oder Superillas (spanisch) geschaffen. Lediglich Lieferverkehre und Anrainer:innen können den Block noch mit niedriger Geschwindigkeit befahren. Durch die Reduzierung der Stellplätze und der Geschwindigkeit sowie die Auflösung direkter Wegeverbindungen durch den Block, wurden Räume für neue Funktionen frei. Es wurden Flächen zum Verweilen und zum Austausch sowie zur langsameren Fortbewegung geschaffen. Dadurch löst ein vergrößerter Interaktionsraum den vorher dominierenden Fließraum durch eine Stärkung der sozialen (Treffpunkte und Aufenthaltsflächen) und ökologischen (Bepflanzung) Dimensionen als Hauptfunktion ab. Mit der neuen Hauptfunktion sind weitere positive Effekte für den Infrastrukturkorridor verbunden, z. B. eine Verringerung der Luftverschmutzung und der Lärmbelastung.

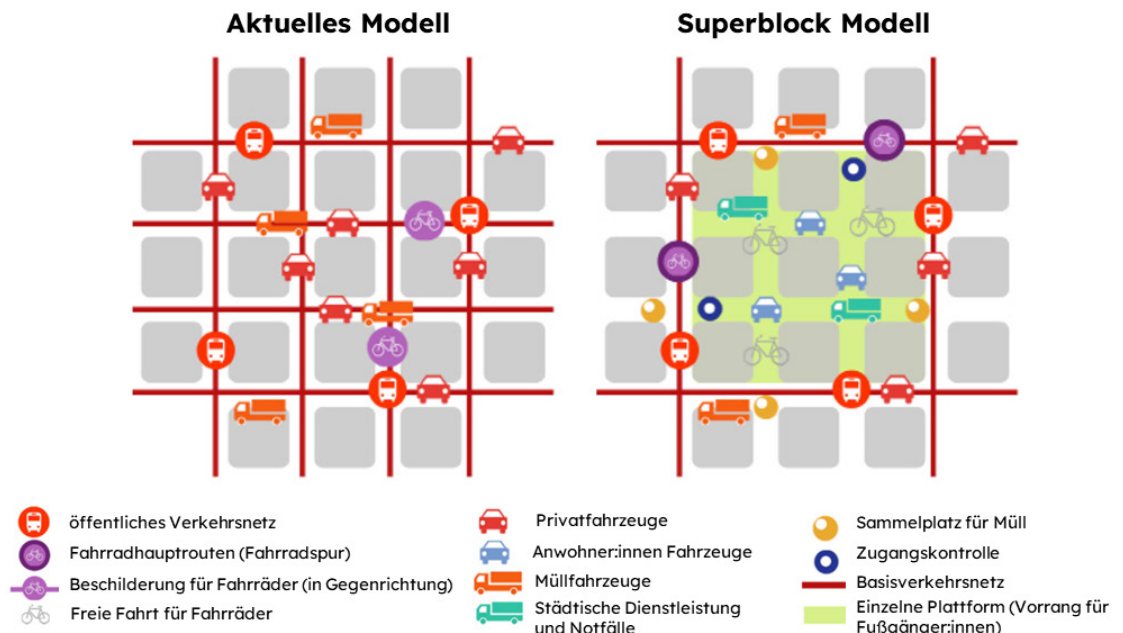


Abbildung 17: Geänderte Fließkorridore durch Transformation der Superblocks in Barcelona (Quelle: © Barcelona City Council, Pla de Mobilitat Urbana de Barcelona (Städtischer Mobilitätsplan Barcelona) 2017 / Übersetzt durch LILAS)

Das Konzept der Superblocks, bei dem gezielt die Hauptfunktion ersetzt wird, findet sowohl in Barcelona als auch in vielen anderen Städten großen Anklang und wird von zivilgesellschaftlichen Initiativen aufgegriffen, z. B. durch die „Kiezblocks“ in Berlin. Auch dort wird der Transformationsansatz verfolgt, die Hauptfunktion der Straßen als reine Fließräume für den Verkehr durch soziale und stärker ökologische Funktionen zu ersetzen.

Die in diesem Kapitel dargestellten räumlich-gestalterischen Ansätze zur Transformation von Infrastrukturkorridoren und ihren Teilräumen verdeutlichen die unterschiedlichen Strategien, die zur Schaffung multifunktionaler und multicodierter Stadtstraßen und kanalisierter Gewässer in der Praxis bereits angewendet werden und die entsprechend soziale, ökologische und technische Belange in den Infrastrukturkorridoren zusammenführen. Für solche integrierten Transformationsstrategien braucht es neben Konzepten bzw. Planungen für die räumliche Umgestaltung aber auch geeignete Strukturen, Instrumente und Regularien im Sinne multicodierter Prozesse der Planung, Gestaltung und Unterhaltung, um die Zielsetzungen zu erreichen und die Resultate auch dauerhaft zu sichern. Diese Prozesse sind in der Praxis häufig die größte Herausforderung, da sie neben der Veränderung der materiellen Strukturen auch eine Transformation etablierter Planungsstrukturen und -prozesse erfordern. Hierbei helfen die bereits vorliegenden Erfahrungen aus vielen Pilotprojekten und Modellvorhaben. Auch die Covid-19-Pandemie hat deutlich gemacht, wie flexibel und kreativ die öffentliche Verwaltung auf Herausforderungen reagieren kann. An diese Erkenntnisse kann angeknüpft werden, um von den Einzelprojekten zu einer flächendeckenden Umsetzung und einer neuen Planungspraxis zu kommen.

7. Fazit

Die Zielsetzung des LILAS-Forschungsprojektes in der ersten Projektphase war die Erarbeitung eines theoretischen Rahmens sowie interdisziplinärer Perspektiven auf und konzeptioneller Planungsansätze für die Weiterentwicklung kanalisierter Gewässer und Stadtstraßen im Rahmen einer nachhaltigen Transformation linearer Infrastrukturen in urbanen Räumen.

Zum besseren Verständnis wurde dazu zunächst auf den Status Quo und dessen Entstehungskontext eingegangen, um die wesentlichen Faktoren für die Schaffung und Erhaltung von blauen (kanalisierte Gewässer) und grauen (Stadtstraßen) Infrastrukturen zu erfassen und in die anschließende Betrachtung von Transformationsprozessen mit einbeziehen zu können. Transformationen werden dabei als umfassende und tiefgreifende Strukturwandlungsprozesse verstanden, die durch eine Destabilisierung der dominanten Strukturen ausgelöst werden. Beispiele hierfür sind der Klimawandel oder auch die Covid-19-Pandemie, die Fragen nach möglichen Anpassungen bestehender Strukturen aufwerfen.

Der Forschungsverbund knüpft an dieser Stelle mit der Erarbeitung von integrierten Perspektiven an und versucht, durch die Konzepte der Multifunktionalität und der Multicodierung die notwendigen technischen Ansprüche mit sozialen Nutzungsmustern und resilienzsteigernden ökologischen Maßnahmen für lineare Infrastrukturen integriert zu betrachten. Dadurch sollen sowohl die vorhandenen Verbindungs-, Erschließungs-, Aufenthalts- und Habitatfunktionen in ihrem spezifischen Kontext berücksichtigt und gestärkt werden, als auch spezifische Funktionsräume im und am Infrastruktorkorridor zugewiesen werden. Diese sind in Fließ- und Interaktionsräume sowie das Umfeld unterteilt und werden durch spezifische Kernaufgaben charakterisiert, sodass soziale, ökologische und technische Ansprüche zielgerichtet in den linearen Infrastruktorkorridor integriert werden können.

Der Übertrag in die aktuelle Planungspraxis in Stadtentwicklung, Verkehrsplanung und Wasserwirtschaft ist aufgrund der (bislang) vorrangig sektoralen und auch monofunktionalen Ausrichtung ein wichtiger Ansatzpunkt für die Transformation der Planungspraxis und wird im Anschluss an diese Grundlagenarbeit des Forschungsverbundes durch die beispielhafte Bearbeitung in vier Hamburger Fokusräumen mit dem Ziel einer stärker multifunktionalen Raumnutzung ergänzt. Perspektivisch können dadurch Maßnahmen entwickelt werden, die sich auf gesamtsystemischer Ebene anwenden lassen und gesellschaftlich zu mehr Akzeptanz für nachhaltige Anpassungsmaßnahmen und Entwicklungsleitbilder sorgen.

Literaturverzeichnis / Quellenverzeichnis

- Abson, D. J.; Fischer, J.; Leventon, J.; Newig, J.; Schomerus, T.; Vilsmaier, U.; von Wehrden, H.; Abernethy, I.; Ives, C.D.; Jager, N. W.; Lang, D. J. (2017): Leverage points for sustainability transformation. *Ambio*, 46, S. 30-39.
- Bauriedl, S.; Held, M.; Kropp, C. (2021): Große Transformation zur Nachhaltigkeit – konzeptionelle Grundlagen und Herausforderungen. In: Hofmeister, S.; Warner, B.; Ott, Z. (Hrsg.): Nachhaltige Raumentwicklung für die große Transformation – Herausforderungen, Barrieren und Perspektiven für Raumwissenschaften und Raumplanung. *Forschungsberichte der ARL 15*, Hannover, S. 22-44.
- Beck, S.; Jasanoff, S.; Stirling, A.; Polzin, C. (2021): The Governance of sociotechnical transformations to sustainability. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2021, 49, S. 143-152.
- Becker, C. W. (2020): Zehn Jahre Multicodierung. In: *Garten+Landschaft* 5/2020, S. 20-23.
- Bentlin, F.; Jansen, H.; Kataikko-Grigoleit, P.; Million, A.; Velazco-Londono, J. M. (Hrsg.) (2021): Die postpandemische Stadt. Stadtstrukturen im Stresstest: Zukunftsbilder einer durchmischten und klimagerechten Stadt nach der Pandemie. Technische Universität Berlin. Berlin: Universitätsverlag der TU Berlin (Schriftenreihe Städtebau und Kommunikation von Planung, 5).
- Berkes, F., Folke, C. (1998): *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Bertalanffy, L. v. (1950). The theory of open systems in physics and biology. *Science*, 111, S. 23-29.
- BlueGreenStreets (BGS) (Hrsg.) (2020): *BlueGreenStreets als multicodierte Strategie zur Klimafolgenanpassung – Wissensstand 2020*, April 2020, Hamburg. Statusbericht im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“ (RES:Z).
- BlueGreenStreets (BGS) (Hrsg.) (2022a): *BlueGreenStreets Toolbox – Teil A. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere*, März 2022, Hamburg. Erstellt im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“ (RES:Z).
- BlueGreenStreets (BGS) (Hrsg.) (2022b): *BlueGreenStreets Toolbox – Teil B. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere*, März 2022, Hamburg. Erstellt im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“ (RES:Z).
- Böhm, J.; Böhme, C.; Bunzel, A.; Kühnau, C.; Landua, M. und M. Reinke (2016): *Urbanes Grün in der doppelten Innenentwicklung*. Bundesamt für Naturschutz (BfN) (Hrsg.), BfN Schriften 444, Bonn.
- Bundesamt für Naturschutz (BfN) (2017): *Bundeskonzept Grüne Infrastruktur*. Abgerufen von: <https://www.bfn.de/bundeskonzept-gruene-infrastruktur> [02.05.2022].
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hrsg.) (2016): *Anpassung an den Klimawandel in Stadt und Region*. BBSR-Online-Publikation 04/2016, Bonn.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (2017): *Urbane Freiräume – Qualifizierung, Rückgewinnung und Sicherung urbaner Frei- und Grünräume*. Endbericht vom April 2017, Bonn.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hrsg.) (2020): *Vom Stadtumbau zur städtischen Transformationsstrategie*. BBSR-Online-Publikation 09/2020, Bonn.
- Bundesministerium des Innern (BMI) / Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (2021): *Neues Europäisches Bauhaus – Positionen zum Beginn des Dialogs in Deutschland*.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2021): *Nationale Wasserstrategie – Entwurf des Bundesumweltministerium*.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2017): *Weißbuch Stadtgrün. Grün in der Stadt – Für eine lebenswerte Zukunft*.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) / Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hrsg.) (2009): *Klimawandelgerechte Stadtentwicklung. Rolle der bestehenden städtebaulichen Leitbilder und Instrumente*. BBSR-Online-Publikation 24/2009.

- Burgess, S. (2015): Multifunctional green infrastructure: a typology. In: D. Sinnett, N. Smith und S. Burgess (Hrsg.): Handbook on Green Infrastructure. Edward Elgar Publishing, Place of publication not identified, S. 227-241.
- Canzler, W.; Knie, A.; Ruhrort, L.; Scherf, C. (2018): Erloschene Liebe? Das Auto in der Verkehrswende - Soziologische Deutungen. Bielefeld.
- Coenen, L.; Truffer, B. (2012): Places and Spaces of Sustainability Transitions: Geographical Contributions to an Emerging Research and Policy Field. European Planning Studies. Vol. 20, No. 3, S. 367-374.
- de Jong, M.; Joss, S.; Schraven, D.; Zhan, C.; Weijnen, M. (2015): Sustainable-smart-resilient-low carbon-eco-knowledge cities; making sense of a multitude of concepts promoting sustainable urbanization. In: Journal of Cleaner Production 109, S. 25-38. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.004>.
- Deutscher Städtetag (2019): Anpassung an den Klimawandel in den Städten. Forderungen, Hinweise und Anregungen. Deutscher Städtetag, Berlin und Köln.
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) (2006): Arbeitsblatt DWA-A 100 - Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (ISiE). 2. Auflage unveränderter Nachdruck, 2019. Hennef.
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) (2021a): Merkblatt DWA-M 609-1. Entwicklung urbaner Fließgewässer. Teil 1: Grundlagen, Planung und Umsetzung. 1. Auflage, April 2021. Hennef.
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) (2021b): DWA-Positionen - Wasserbewusste Entwicklung unserer Städte; April 2021. Hennef.
- Disse, M. (2016): Integriertes Wasserressourcenmanagement. In: Hydrologie 2016, S. 337-346.
- Elmqvist, T.; Andersson, E.; Frantzeskaki, N. et al. (2019): Sustainability and resilience for transformation in the urban century. Nature Sustainability 2, S. 267-273. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0250-1>.
- Erlwein S., Pauleit S. (2021): Trade-Offs between Urban Green Space and Densification: Balancing Outdoor Thermal Comfort, Mobility, and Housing Demand. Urban Planning 6(1), S. 5-19. <https://doi.org/10.17645/up.v6i1.3481>.
- European Commission (2013): EU Strategy on Green Infrastructure / Ecosystem services and Green Infrastructure. Abgerufen von: https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm [02.05.2022].
- European Environment Agency (2021): Urban Sustainability in Europe opportunities for challenging times, Briefing no. 03/2021. Abgerufen von: <https://www.eea.europa.eu/publications/urban-sustainability-in-europe> [02.05.2022].
- Everard, M. (2020): Managing socio-ecological systems: who, what and how much? The case of the Banas river, Rajasthan, India. Current Opinion in Environmental Sustainability 44, S. 16-25. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.03.004>.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2006): Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 06).
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2008): Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN).
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2011): Empfehlungen zur Straßenraumgestaltung (ESG).
- Geels, F. W. (2002): Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes. A multi-level perspective and a case-study. Research Policy, 31 (8-9), S. 1257-1274.
- Geels, F. W. (2005): The Dynamics of Transitions in Socio-technical Systems: A Multi-Level Analysis of the Transition Pathway from Horse-drawn Carriages to Automobiles (1860-1930). Technology Analysis & Strategic Management. Vol. 17, No. 4, S. 445-476.
- Geels, F. W.; Raven, R. (2006): Non-linearity and expectations in niche-development trajectories. Ups and downs in dutch biogas development (1973-2003). Technology Analysis & Strategic Management. Vol. 18 (3-4), p. 375-392.
- Geels, F. W.; Schot, J. (2010): The Dynamics of Transitions: A Socio-Technical Perspective. In: Grin, J.; Rotmans, J.; Schot, J. (Hrsg.): Transitions to Sustainable Development. New Directions in the Study of Long Term Transformative Change. New York/London, S. 9-101.
- Gehl, J. (2015): Städte für Menschen. 4. Auflage. Berlin.
- Gertz, C.; Holz-Rau, C. (2020): Ziele, Strategien und Maßnahmen einer integrierten Verkehrsplanung - Planungsverständnis des Arbeitskreises. In: Reutter, U.; Holz-Rau, C.; Albrecht, J.; Hülz, M. (Hrsg.): Wechselwirkungen von Mobilität und Raumentwicklung im Kontext gesellschaftlichen Wandels. Forschungsberichte der ARL 14. S. 18-31.

- Giesel, K. D. (2007): Leitbilder in den Sozialwissenschaften. Begriffe, Theorien und Forschungskonzepte. 1. Auflage, Wiesbaden.
- Global Water Partnership (GWP) (2000): Integrated Water Resources Management. Global Water Partnership (GWP) Technical Advisory Committee, Background Paper No.4.
- Gössling, S.; Choi, A.; Dekker, A.; Metzler, D. (2019): The Social Cost of Automobility, Cycling and Walking in the European Union. *Ecological Economics*, Vol. 158, April 2019, S. 65-74.
- Grabowski, Z.J.; Matsler, A.M.; Thiel, C.; McPhillips, L.; Hum, R.; Bradshaw, A.; Miller, T.; Redman, C. (2017): Infrastructures as Socio-Eco-Technical Systems: five considerations for interdisciplinary dialogue. *Journal of Infrastructure Systems*, December 2017. DOI: 10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000383.
- Grimm, N. B.; Cook, E. M.; Hale, R. L.; Iwaniec, D. M. (2015): A broader framing of ecosystem services in cities: Benefits and challenges of built, natural or hybrid system function. In: *The Routledge handbook of urbanization and global environmental change*. Routledge, S. 227-236.
- Heidenreich, E. (2006): Natur und Kultur heute: verwickelt in technische Fließräume. In: Frank, S.; Gandy, M. (Hrsg.): *Hydropolis - Wasser und die Stadt der Moderne*, S. 57-74.
- Hesse, M. (1995): *Verkehrswende - Ökologisch-Ökonomische Perspektiven für Stadt und Region*. 2. Auflage. Marburg.
- Hölscher, K.; Wittmayer, J. M.; Loorbach, D. (2018): Transition versus transformation: What's the difference? *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 27 (2018), S. 1-3.
- Jessen, J. (2018): *Leitbilder der Stadtentwicklung*. Hannover: ARL-Akademie für Raumforschung und Landesplanung, 2018.
- Kagan, S.; Kirchberg, V.; Weisenfeld, U. (2019): Stadt als Möglichkeitsraum - Möglichkeitsräume in der Stadt. In: Kagan, S.; Kirchberg, V.; Weisenfeld, U. (Hrsg.): *Stadt als Möglichkeitsraum. Experimentierfelder einer urbanen Nachhaltigkeit*. transcript Verlag, Bielefeld, S. 15-36.
- Kemp, R.; Schot, J.; Hoogma, R. (1998): Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management. *Technology Analysis & Strategic Management*, 10:2, S. 175-198.
- Kim, Y.; Mannetti, L. M.; Iwaniec, D. M.; Grimm, N. B.; Berbés-Blázquez, M.; Markolf, S. (2021): Social, Ecological, and Technological Strategies for Climate Adaptation. In: Hamstead, Z.A.; Iwaniec, D.A.; McPhearson, T.; Berbés-Blázquez, M.; Cook, E.M.; Muñoz-Erickson, T.A. (Hrsg.): *Resilient Urban Futures*. Cham: Springer International Publishing, S. 29-45.
- Knieling, J. (2006): Leitbilder und strategische Raumentwicklung. In: *Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning* 64 (6), S. 473-485. <https://doi.org/10.1007/BF03183113>.
- Köhler, J.; Geels, F. W.; Kern, F.; Markard, J.; Onsongo, E.; Wiecek, A.; Alkemade, F.; Avelino, D.; Bergek, A.; Boons, F.; Fünfschilling, L.; Hess, D.; Holtz, G.; Hyysalo, S.; Jenkins, K.; Kivimaa, P.; Martiskainen, M.; McMee-kin, A.; Mühlemeier, M. S.; Nykvist, B.; Pel, B.; Raven, R.; Rohracher, H.; Sanden, B.; Schot, J.; Sovacool, B.; Turnheim, B.; Welch, D.; Wells, P. (2019): An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, Vol. 31 (2019), S. 1-32.
- Kommunalverwaltung Barcelona (2014): *Sintesi: Pla de Mobilitat Urbana de Barcelona 2013 - 2018 (Städtischer Mobilitätsplan Barcelona 2013 - 2018)*. Abgerufen von: <https://www.barcelona.cat/mobilitat/ca/qui-som/pla-de-mobilitat-urbana> [14.03.2022].
- Libbe, J. (2014): *Transformation städtischer Infrastruktur Perspektiven und Elemente eines kommunalen Transformationsmanagements am Beispiel Energie*. Dissertation, Universität Leipzig.
- Loorbach, D. (2007): *Transition Management. New Mode of Governance for Sustainable Development*. Utrecht.
- Loorbach, D., Frantzeskaki, N., Avelino, F. (2017): Sustainability transitions research: transforming science and practice for societal change. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 42 (1).
- Markolf, S. A.; Chester, M. V.; Eisenberg, D. A.; Iwaniec, D. M.; Davidson, C. I.; Zimmerman, R.; Miller, T. R.; Ruddell, B. L.; Chang, H. (2018): Interdependent Infrastructure as Linked Social, Ecological and Technological Systems (SETSs) to Address Lock-In and Enhance Resilience. *Earth's Future* 6, S.1638-1659. <https://doi.org/10.1029/2018EF000926>.
- McPhearson, T., M. Raymond, C., Gulsrud, N. et al. (2021a): Radical changes are needed for transformations to a good Anthropocene. *npj Urban Sustainability* 1, 5. <https://doi.org/10.1038/s42949-021-00017-x>

- McPhearson, T. (2021b): A Vision for Resilient Urban Futures. In: Hamstead, Z.A.; Iwaniec, D.A.; McPhearson, T.; Berbés-Blázquez, M.; Cook, E.M.; Muñoz-Erickson, T.A. (Hrsg.): Resilient Urban Futures. Cham: Springer International Publishing, S. 173-186.
- Metz, D. (2008): The Myth of Travel Time Saving. *Transport Reviews*. Vol. 28, No. 3, S. 321-336.
- Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) (2016): Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland. Abgerufen von: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/themen/_alt/Raumentwicklung/RaumentwicklungDeutschland/Leitbilder/leitbilderkonzepte.html [02.05.2022].
- Monstadt, J. (2018): Technische Infrastruktur. In: Handwörterbuch der Stadt und Raumentwicklung. ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.), Hannover, S. 2649-2662.
- Moreno, C.; Allam, Z.; Chabaud, D.; Gall, C.; Pratlong, F. (2021): Introducing the “15-Minute City”: Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. *Smart Cities* 2021, 4, S. 93-111. <https://doi.org/10.3390/smartcities4010006>.
- Moss, T. (2007): Planung technischer Infrastruktur für die Raumentwicklung: Ansprüche und Herausforderungen in Deutschland. In: Tietz, H.-P.; Hühner, T. (Hrsg.): Zukunftsfähige Infrastruktur und Raumentwicklung – Handlungserfordernisse für Ver- und Entsorgungssysteme. Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL 235, Hannover, S. 73-94.
- Nadkarni, R. (2020): The Multimodal Future of On-Street Parking. A Strategic Approach to Curbside Management. Deutsches Institut für Urbanistik (Difu) (Hrsg.), Berlin (Sonderveröffentlichung).
- Nakamura, F. (2022): Concept and Application of Green and Hybrid Infrastructure. In: Nakamura, F. (Hrsg.) Green Infrastructure and Climate Change Adaptation. Function, Implementation and Governance. Springer, S. 11-30. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-6791-6>.
- Nello-Deakin, S. (2019): Is there such a thing as “fair” distribution of road space? *Journal of Urban Design*, Vol. 24, No. 5, S. 698-714.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2018): Climate-resilient infrastructure. OECD Environment Policy Papers, No. 14, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/4fd9eaf-en>.
- Ostrom, E. (1990): Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge University Press.
- Redman, C.; Grove, M.J.; Kuby, L. (2004): Integrating social science into the Long Term Ecological Research (LTER) Network: Social Dimensions of Ecological Change and Ecological Dimensions of Social Change. *Ecosystems* 7, S. 161-171.
- Reichow, H. B. (1959): Die autogerechte Stadt: ein Weg aus dem Verkehrs-Chaos. Maier, Ravensburg.
- Rink, D. (2018): Nachhaltige Stadt. In: Handbuch Stadtkonzepte. Stuttgart, S. 237-258.
- Rip, A.; Kemp, R. (1998): Technological change. In: Rayner, S., Malone, E.L. (Hrsg.): Human Choices and Climate Change (2). Resources and Technology, Columbus, Ohio: Battelle Press, S. 327-399.
- Rotmans, J.; Kemp, R.; van Asselt, M. (2001): More evolution than revolution: transition management in public policy. *Foresight*, Vol. 3 (1), S. 15-31. <https://doi.org/10.1108/14636680110803003>.
- Rotmans, J.; Loorbach, D. (2011): Towards a Better Understanding of Transitions and Their Governance: A Systemic and Reflexive Approach. In: Grin, J.; Rotmans, J.; Schot, J. et al. (Hrsg.): Transitions to Sustainable Development. New Directions in the Study of Long Term Transformative Change. New York, S. 105-220.
- Sachs, W. (1990): Die Liebe zum Automobil. Reinbek bei Hamburg.
- Savaget, P.; Geissdoerfer, M.; Kharrazi, A.; Evans, S. (2019): The theoretical foundations of sociotechnical systems change for sustainability: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production* 206, S. 878-892.
- Schmidt, M.; Monstadt, J. (2018): Infrastruktur. In: Handwörterbuch der Stadt und Raumentwicklung. ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.), Hannover, S. 975-988.
- Schot, J. (1998): The usefulness of evolutionary models for explaining innovation. The case of the Netherlands in the 19th Century. *History and Technology* 14, S. 173-200.
- Schramm, E. (2020): Transformation: Konzeptionelle Potenziale für die sozial-ökologische Stadt- und Infrastrukturforschung. netWORKS-Paper 37, Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik Difu.
- Schwedes, O. (2017): Verkehr im Kapitalismus. 1. Auflage, Münster.

- Schwedes, O. (2019): Innovationsfeld Verkehr. In: B. Blätzel-Mink et al. (Hrsg.): Handbuch Innovationsforschung. https://doi.org/10.1007/978-3-658-17671-6_46-1.
- Southern Regional Assembly (SRA) (2022): BLUE GREEN CITY Blue and Green Infrastructure for Sustainable Cities - Action Plan Southern Regional Assembly (IRE). Abgerufen von: https://projects2014-2020.interreg-europe.eu/fileadmin/user_upload/tx_tevprojects/library/file_1647932316.pdf [08.04.2022].
- Stadt Wien (2022): Verein Lokale Agenda 21 in Wien. Abgerufen von: <https://www.graetzloase.at/parklets> [04.03.2022].
- Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2021): Statistische Berichte - Bodenflächen in Hamburg am 31.12.2020 nach Art der tatsächlichen Nutzung. Herausgegeben am 8. September 2021.
- Trapp, J.H. (Hrsg.); Winker M. (Hrsg.); Anterola J.; Brüning H.; Frick-Trzebitzky, F.; Gunkel, M. (2020): Blau-grün-graue Infrastrukturen vernetzt planen und umsetzen. Ein Beitrag zu Klimaanpassung in Kommunen: netWORKS. Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin.
- Trist, E.L. (1981): The evolution of socio-technical systems. Toronto: Ontario Quality of Working Life Centre.
- Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.) (2009): Kleine Fließgewässer pflegen und entwickeln. Neue Wege bei der Gewässerunterhaltung. Unter Mitarbeit von Koenzen, U.; Henter, HP.; Brandt, H.; Donauer, A.; Schillings, D.; Borggräfe, K. et al.. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.) (2015): Wie Transformationen und gesellschaftliche Innovationen gelingen können. Unter Mitarbeit von Griebhammer, R.; Brohmann, B.; Bauknecht, D.; David, M.; Heyen, D. A.; Hilbert, I.; Reisch, L.. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.) (2020): Unsere Bäche und Flüsse: renaturieren - entwickeln - naturnah unterhalten. Erstellt von Lamberty G.; Kemper M. und Naumann S.. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.) (2021): Bessere Nutzung von Entsiegelungspotenzialen zur Wiederherstellung von Bodenfunktionen und zur Klimaanpassung. Unter Mitarbeit von Pannicke-Prochnow, N.; Krohn, C.; Albrecht, J.; Thinius, K.; Ferber, U.; Ecker, K.. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Vallée, D.; Kuhnimhof, T.; Liedtke, G. (2021): Zukunft des Stadtverkehrs – Rahmenbedingungen, Trends, Szenarien. In: Vallée, D.; Engel, B.; Vogt, W. (Hrsg.): Stadtverkehrsplanung Band 1. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-59693-7_5.
- van Laak, D. (2017): Eine kurze (Alltags-)Geschichte der Infrastruktur. In: Aus Politik und Zeitgeschichte, 67. Jahrgang, 16–17/2017, S. 4–11.
- van Laak, D. (2018): Alles im Fluss. Die Lebensadern unserer Gesellschaft - Geschichte und Zukunft der Infrastruktur. S. Fischer, Frankfurt am Main.
- Voß, J.-P.; Kemp, R. (2006): Sustainability and reflexive governance: Introduction. In: Voß, J.-P.; Bauknecht, D.; Kemp, R. (Hrsg.): Reflexive governance for Sustainable Development. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, S. 3–28.
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (2011) Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. WBGU: Berlin.
- Zevenbergen, Chris; Fu, Dafang; Pathirana, Assela (2018): Transitioning to Sponge Cities: Challenges and Opportunities to Address Urban Water Problems in China. In: Water 10 (9), S. 1230. <https://doi.org/10.3390/w10091230>.

Forschungsverbund LILAS

L I L A S

Lineare
Infrastrukturlandschaften
im Wandel

Der kooperative **Forschungsverbund LILAS (Lineare Infrastrukturlandschaften im Wandel)** besteht aus drei Fachgebieten der HafenCity Universität Hamburg (HCU) und einem Institut der Technischen Universität Hamburg (TUHH). Der Verbund wird von Oktober 2020 bis September 2023 aus Mitteln der Landesforschungsförderung Hamburg von der Behörde für Wissenschaft, Forschung, Gleichstellung und Bezirke (BWFGB) gefördert (Förderkennzeichen LFF-FV80). Die Projektleitung von LILAS liegt beim Fachgebiet Architektur und Landschaft von Prof. Antje Stokman an der HCU. Die Fachgebiete bearbeiten im Verbund interdisziplinär die einzelnen Arbeitspakete des Forschungsvorhabens.

Fachgebiet Architektur und Landschaft (HCU)

Prof. Dipl.-Ing. Antje Stokman
Dipl.-Ing. Katarina Bajc
Dipl.-Ing. Stefan Kreutz

Fachgebiet Stadtplanung und Regionalentwicklung (HCU)

Prof. Dr.-Ing. Jörg Knieling
Judith Anna Marie Gollata, M.A.

Fachgebiet Umweltgerechte Stadt- und Infrastrukturplanung (HCU)

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut
Justus Alexander Quanz, M.Sc.

Institut für Verkehrsplanung und Logistik (TUHH)

Prof. Dr.-Ing. Carsten Gertz
Anja Berestetska, M.Sc.
Christoph Meyer, M.A.
Julia Maria Matullat (geb. Tahedl), M.A. M.Sc.

Kontakt:

HafenCity Universität Hamburg HCU
Forschungsverbund LILAS
Architektur und Landschaft
Prof. Antje Stokman
Henning-Voscherau-Platz 1, 20457 Hamburg
lilas@hcu-hamburg.de
<https://www.hcu-hamburg.de/lilas>