

Paradigmenwechsel im Verkehr: Von der autodominierten zur verkehrsgerechten Stadt des Umweltverbunds

Erkenntnisse zur Gestaltbarkeit der urbanen Verkehrswende
als gemeinschaftliche Pfadkreation hinsichtlich der Richtung,
Größenordnung und Geschwindigkeit

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grads einer
Doktorin der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)

an der
Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen
der Bergischen Universität Wuppertal

vorgelegt von

Miriam Daniela Müller

Eingereicht im Juli 2024

Tag der Disputation: 13. November 2024

1. Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Oscar Reutter
2. Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Felix Huber

Vorgelegt dem Vorsitzenden des Promotionsausschusses
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Schlenkhoff
Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen
Bergische Universität Wuppertal



Dieses Werk ist lizenziert unter der Creative Commons Attribution 4.0 Lizenz (CC-BY-Lizenz 4.0). Diese Lizenz erlaubt unter Voraussetzung der Namensnennung des Urhebers die Bearbeitung, Vervielfältigung und Verbreitung des Materials in jedem Format oder Medium für beliebige Zwecke, auch kommerziell. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen (gekennzeichnet durch Quellenangaben), wie z.B. Schaubilder, Abbildungen, Fotos und Textauszüge, erfordert ggf. weitere Nutzungsgenehmigungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.

Betreuende Hochschullehrer

Prof. Dr.-Ing. Oscar Reutter

Honorarprofessor für den Bereich „Umwelt und Verkehr“ im Fachzentrum Verkehr an der Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen der Bergischen Universität Wuppertal

Bis Juni 2024 Senior Researcher im Forschungsbereich „Mobilität und Verkehr“ der Abteilung „Energie-, Verkehrs- und Klimapolitik“ am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Felix Huber

Emer. Dekan der Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen

Ehem. Leiter des Lehr- und Forschungsgebiets Umweltverträgliche Infrastrukturplanung, Stadtbauwesen im Fachzentrum Verkehr der Abteilung Bauingenieurwesen der Bergischen Universität Wuppertal, Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen der Bergischen Universität Wuppertal

Hinweise

Diese Arbeit verwendet bewusst eine gendersensible Schreibweise und nutzt das „Gender-Sternchen“, um geschlechtliche Vielfalt sichtbar zu machen. Verkehrspolitik, Verkehrsplanung und Verkehrswissenschaft sind bis heute stark männlich geprägte Domänen (Bergheim 2023).

Inhalt

Danksagung	VII
Zusammenfassung	VIII
Abstract	X
Abbildungsverzeichnis	XII
Tabellenverzeichnis	XIV
Abkürzungsverzeichnis	XIV
1 Einleitung	1
1.1 Problemlage: „Sorgenkind Verkehr“	1
1.2 Lösungsbeitrag: Verkehrsverlagerung	2
1.3 Forschungsbedarf: Potenziale der Verkehrsverlagerung in Großstädten	2
1.4 Abgrenzung des Forschungsthemas: Verkehrsverlagerung in Großstädten	3
1.5 Zielsetzung und Forschungsfragen: Warum? Wohin? Womit? – Und: Wie?	3
1.6 Ansatz: Inter- und transdisziplinäre Transformationsforschung.....	5
1.7 Aufbau: Publikationsbasierte Dissertation	8
2 Warum Verkehrsverlagerung? Stand der Forschung zu Problemlage, Lösungsbeitrag und Gestaltungsansätzen	10
2.1 Ökologische Belastungsgrenzen	10
2.1.1 Die Automobilität als erdsystemrelevanter Faktor	10
2.1.2 Planetare Belastungsgrenzen	13
2.1.3 Menschengemachte Erderwärmung	15
2.1.4 Globale Klimaschutzziele und unzureichende Treibhausgasemissionspfade	18
2.1.5 Die Ambitions- und Umsetzungslücke deutscher Klimaschutzpolitik.....	20
2.1.6 Verkehr – das nicht-nachhaltige „Sorgenkind“ der Klimapolitik	23
2.2 Soziale Belastungsgrenzen	25
2.2.1 Donut Ökonomie	25
2.2.2 Sustainable Development Goals (SDGs)	27
2.2.3 Verkehrsgerechtigkeit und Gesellschaftswandel	27
2.3 Vermeiden, verlagern, verbessern – und: gerechter	34
2.4 Die Rolle der Städte: Vulnerable und selbstverwaltende „Schulen der Demokratie“ ...	39
2.5 Zwischenfazit: Die planetaren und sozialen Grenzen erfordern die umfassende und mehrheitsfähige Reduktion von Autoverkehr	43

3	Wie viel? Modal Split Zielwertvorschlag	44
3.1	Leitbilder für nachhaltige Mobilität	44
3.2	Indikatoren zur Operationalisierung von Leitbildern	47
3.3	Der Modal Split als Indikator zur Messung von Verkehrsverlagerung.....	48
3.4	Erster Fachartikel: Leitbild „Nachhaltiges NRW 2030“ und Modal Split-Zielvorschlag für die NRW-Nachhaltigkeitsstrategie (Zusammenfassung).....	50
3.5	Modal Split Zielvorschlag für deutsche Großstädte: „Ein Viertel“ MIV bis 2030; 5% bis 2045.....	54
4	Womit? Größenordnung und Potenziale ambitionierter Verlagerungsmaßnahmen ..	57
4.1	Identifizierung der „großen Hebel“	57
4.2	Zweiter Fachartikel: Benchmark: Strategien und Maßnahmen der europäischen Umwelthauptstädte (Zusammenfassung)	58
4.3	Dritter Fachartikel: Potenziale zur Verkehrsverlagerung und CO ₂ -Reduktion – Erkenntnisse aus Szenarien und der realen Welt (Zusammenfassung)	61
5	Wie? Verkehrsverlagerung als gemeinschaftliche Pfadkreation	65
5.1	Transformationsdynamiken und -pfade	65
5.2	Städtische Akteursgruppen.....	67
5.3	Vierter Fachartikel: Moving cities forward – Better understanding reconfigurative pathway creations in urban mobility using whole systems analysis and ‚urban landscapes‘ (Zusammenfassung)	70
6	Handlungsempfehlungen	79
6.1	Verkehrsverlagerung ist Klimaschutz: Städte sollten sich ambitionierte Ziele setzen und den MIV-Wegeanteil um durchschnittlich ein bis zwei Prozentpunkte pro Jahr reduzieren.....	79
6.2	Imitate to innovate: Ambitionierte push- und pull-Maßnahmen clever kombinieren und von anderen Städten lernen	80
6.3	Komplex und dynamisch: Die Mobilitätswende als sozio-technischen Transformationsprozess verstehen und Gelegenheitsfenster ko-produktiv nutzen .	81
6.4	Experimentierfreudigkeit unterstützen: Städtische Innovationen aufnehmen und Städte zu weiteren Innovationen befähigen.....	82
6.5	Und jetzt alle: Mitmischen, diskutieren, streiten, voneinander lernen und die Demokratie stärken	82
7	Fazit: Grundlegender Wandel ist möglich.....	84
7.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	84
7.2	Diskussion des Forschungsbeitrags	87
7.3	Limitationen und weiterer Forschungsbedarf.....	88
7.4	Schlussgedanken	91

Quellenverzeichnis	93
8 Anhang	134
8.1 Übersicht der zur Erstellung der publikationsbasierten Doktorarbeit erhaltenen Forschungsförderung	134
8.2 Übersicht der wissenschaftlichen Grundlagen und Beiträge der Promovendin an den vier Fachartikeln	135
8.3 Abstracts der vier referierten Fachartikel (drei veröffentlicht, einer im Review- Prozess, Stand Juli 2024)	139
8.4 Zeitschriften-Metriken der vier referierten Fachartikel	141
8.5 Den Rahmentext ergänzende Abbildungen	148
8.6 Darstellung von Transformationspfaden zur Nachhaltigkeit des IPCC	150
8.7 Ergebnisgrafiken des vierten Fachartikels zu den Transformationspfaden in Bremen, Karlsruhe und Leipzig	151
8.8 Kurzlebenslauf	155
8.9 Erster referierter Fachartikel: „Vision Development“	156
8.10 Zweiter referierter Fachartikel: „Benchmark“	156
8.11 Dritter referierter Fachartikel: „Course change“	156
8.12 Vierter Fachartikel: „Moving cities forward“ (Manuskript, im Review, Stand Juli 2024)	156

Danksagung

Diese Dissertation war nur möglich durch die Unterstützung von zahlreichen Personen und Institutionen, denen ich ein großes „Dankeschön!“ aussprechen möchte.

An erster Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei Prof. Dr.-Ing. Oscar Reutter bedanken, dem Erstbetreuer meiner Dissertation. Ohne sein beständiges Nudging „Miriam, willst du nicht promovieren?“, die vielfältigen gemeinsamen Arbeitskontexte am Wuppertal Institut, den unauffälligen Hinweisen, man könne auch mit Kindern promovieren, und der Kontaktherstellung für eine Forschungsförderung bei der ADAC Stiftung würde ich jetzt wohl kaum diese Zeilen schreiben. Ein ganz herzliches Dankeschön für die vielfältigen Unterstützungen auf dem Weg hierhin!

Genauso möchte ich mich bei Prof. Dr.-Ing. Felix Huber bedanken, dem Zweitbetreuer meiner Dissertation, für seine Unterstützung bis zur Fertigstellung der Arbeit. Ihm und der Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen der Bergischen Universität Wuppertal danke ich für die Offenheit für das Forschungsthema und das publikationsbasierte Forschungsdesign. Darüber hinaus danke ich Prof. Dr.-Ing. Andreas Schlenkhoff für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes und Prof.‘in Dr.-Ing. Heather Kathz für ihre Mitwirkung als Prüferin im Promotionsverfahren.

Den folgenden Institutionen möchte ich für die erhaltene Forschungsförderung danken: der ADAC Stiftung für eine 24-monatige Forschungsförderung, der Bergischen Universität Wuppertal für ein 11-monatiges Promotionsstipendium zum Ausgleich von Nachteilen durch die Corona-Pandemie für Frauen und dem Wuppertal Institut für eine Promotionsabschlussförderung. Der ADAC Stiftung und dem Wuppertal Institut danke ich für die Übernahme der Open Access Publikationsgebühren der referierten Fachartikel.

Weiterhin möchte ich meinen Kolleginnen und Kollegen danken, mit denen Forschungsergebnisse in gemeinsamen Projekten erarbeitet und diskutiert wurden, von denen einige auch Bestandteil meiner Dissertation geworden sind. Zu nennen sind hier insbesondere die Kolleginnen und Kollegen der Begleitforschung zur NRW-Nachhaltigkeitsstrategie: Prof. Dr.-Ing. Manfred Fischeschick, Prof. Dr.-Ing. Oscar Reutter, Dr. Dorothea Morgenweg, Dr. Mona Treude. Darüber hinaus danke ich dem Team des Forschungsprojekts „Energiewende Ruhr“, Teilprojekt „Integriertes Modell Ruhrgebiet 2050“: Prof. Dr.-Ing. Michael Wegener†, Dr.-Ing. Klaus Spiekermann und Dr.-Ing. Björn Schwarze von S&W Stadt- und Regionalforschung sowie Prof. Dr.-Ing. Felix Huber und Dipl.-Ing. Kristine Brosch vom Lehr- und Forschungsgebiet Umweltverträgliche Infrastrukturplanung, Stadtbauwesen (LUIS) der Bergischen Universität Wuppertal. Zudem möchte ich den Personen aus den Städten Bremen, Karlsruhe und Leipzig danken, die sich Zeit genommen haben für Interviews zu den Mobilitätswendeprozessen in ihren Städten. Meinen Kolleginnen und Kollegen des Forschungsbereichs Mobilität und Verkehrspolitik am Wuppertal Institut danke ich für die Unterstützung gerade in der Abschlussphase der Dissertation. Dr.-Ing. Alina Wetzchewald danke ich für wertvolle Hinweise zu meiner Arbeit und unsere gemeinsamen Diskussionen zur Mobilitäts- und Transformationsforschung.

Ganz besonders danke ich alle jenen, die mich unterstützt haben, indem sie Kinderbetreuungszeiten übernommen, mir einen ungestörten Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt oder warme Mahlzeiten zubereitet haben. Michael danke ich für seine liebevollen „Exklusivzeiten“ mit unseren Kindern und den beständigen Rückhalt beim Schreiben der Arbeit. Meinen Kindern danke ich für alles, das ich von ihnen lernen darf. Ich freue mich, die Frage „Mama, Doktorarbeit fertig?“ mit einem „Ja!“ beantworten zu können – und hoffe, dass die Arbeit einen Beitrag leistet für ein klimaneutrales und gutes Leben auf diesem Planeten für sie und die kommenden Generationen.

Zusammenfassung

Die schon heute spürbaren Folgen des Klimawandels machen deutlich: „Jedes Zehntelgrad Erderwärmung zählt. Jedes Jahr zählt. Jede Entscheidung zählt“ (Simon Stiell, Exekutivsekretär des UNFCCC o.J.). Besonders drastisch ist die Zielabweichung zum Klimaschutz im Verkehrssektor, der die geringsten relativen CO₂-Emissionsreduktionen aller Sektoren seit 1990 aufweist und auch künftig seine Klimaziele deutlich zu verfehlen droht, was drastische und disruptive Maßnahmen erforderlich machen könnte. Um das zu vermeiden, ist es gerade für den Verkehrssektor erforderlich, die CO₂-Emissionen genau jetzt möglichst schnell und umfassend zu reduzieren und auch den künftigen Bedarf an erneuerbaren Energien so gering wie möglich zu halten. Dabei kann es nicht allein um eine Antriebswende gehen. Gerade für Städte gilt, dass motorisierter Individualverkehr im Personenverkehr (MIV, im Wesentlichen: Autoverkehr) erhebliche Belastungen für Mensch und Umwelt verursacht sowie von der Gesellschaft zu tragende externe Verkehrskosten. Hier sollte das Ziel sein, eine Mobilitätswende mit möglichst wenig Autoverkehr voranzubringen, indem nicht erforderlicher Verkehr vermieden und MIV auf die Verkehrsträger des Umweltverbunds verlagert wird (insbesondere auf das zu Fuß gehen, den Radverkehr und den öffentlichen Verkehr, ergänzt um Carsharing und Taxi).

Großstädte bieten durch ihre dichten und nutzungsgemischten Siedlungsstrukturen und ein breites Mobilitätsangebot im Umweltverbund günstige Voraussetzungen zur Verkehrsverlagerung. Durch die Reduzierung des Autoverkehrs kann eine Stadt wertvollen Platz für die Verkehrsmittel des Umweltverbunds gewinnen und die Lebensqualität in der Stadt erhöhen, z.B. durch mehr Grün- und Wasserflächen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Derzeit lebt rund 30 Prozent der deutschen Bevölkerung in einer der 80 deutschen Großstädte ab 100.000 Einwohnenden und über 70 Prozent in Großstadtreionen. Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung in Großstädten erreichen somit direkt oder indirekt die Mehrheit der deutschen Bevölkerung (z.B. beim Pendeln). Obwohl die Bedeutung der Verkehrsverlagerung weitgehend anerkannt wird, findet eine umfassende Mobilitätswende bislang nicht statt. Nur einzelne Vorreiterstädte bilden eine Ausnahme. Eine Forschungslücke besteht dahingehend, zu erforschen, welchen Beitrag Verkehrsverlagerung aus Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsgründen leisten kann und leisten sollte und wie ambitionierte Ansätze vorangebracht werden können.

Ziel dieser publikationsbasierten Dissertation ist es, transformationsrelevantes Wissen entlang der folgenden Forschungsfragen zu entwickeln. *Systemwissen*: „Warum“ ist Verkehrsverlagerung wichtig? *Zielwissen*: „Wie viel“ Verkehrsverlagerung ist erforderlich und möglich? *Transformationswissen*: „Womit“ kann das Ziel erreicht werden? Und „wie“ kann gesellschaftspolitisch die Umsetzung gelingen? Für die Beantwortung der Forschungsfragen verfolgt die publikationsbasierte Dissertation einen inter- und transdisziplinären Forschungsansatz und trianguliert unterschiedliche Theorien, Methoden, Akteursperspektiven und Daten, einschließlich der Berücksichtigung realweltlicher Entwicklungen und guter Beispiele, um wissenschaftlich robustes und gesellschaftlich relevantes Transformationswissen zur Verkehrsverlagerung in Großstädten zu entwickeln. Die Forschungsergebnisse wurden in drei internationalen Fachzeitschriften mit wissenschaftlicher Qualitätskontrolle veröffentlicht, ein vierter referierter Fachartikel befindet sich im Reviewprozess. Der hier vorliegende Rahmentext bezieht die vier Fachartikel als „roter Faden“ inhaltlich aufeinander, fasst die wesentlichen Ergebnisse zusammen und ordnet die Forschungsergebnisse in den aktuellen Wissensstand ein.

Die publikationsbasierte Dissertation zeigt, dass Großstädte den Anteil des motorisierten Individualverkehrs aus Klimaschutz-, Nachhaltigkeits- und Gerechtigkeitsgründen möglichst schnell

Zusammenfassung

und umfassend reduzieren sollten. Der Modal Split der Wege stellt einen von Städten häufig genutzten Proxy-Indikator dar, mit dem Städte Verlagerungsziele setzen, Entwicklungen monitoren und Politikmaßnahmen entwickeln. Der Wege-Modal Split wird deshalb auch in dieser Arbeit trotz bekannter methodischer Schwächen als zentraler Indikator verwendet. Städte sollten weitere Ziele und Indikatoren nutzen, um die Nachhaltigkeitsauswirkungen des Verkehrs umfassend zu erfassen und Verbesserungen aufzuzeigen, etwa im Rahmen kommunaler Nachhaltigkeitsstrategien, die an übergeordnete Politikebenen anschließen (1. Fachartikel). Einzelne deutsche und europäische Vorreiterstädte nutzen den Indikator des Wege-Modal Split bereits seit vielen Jahren bis Jahrzehnten (2. und 3. Fachartikel) und konnten den MIV-Wegeanteil zum Teil bereits deutlich reduzieren: um durchschnittlich ein bis zwei Prozentpunkte pro Jahr (3. Fachartikel), was eine ambitionierte und prinzipiell machbare Zielgröße für städtische Verlagerungsstrategien darstellt. Als normatives Leitziel sollten in Großstädten bis zum Jahr 2045 so wenige Wege wie möglich mit dem MIV zurückgelegt werden (Zielgröße: 5%).

Zur Zielerreichung sind ambitionierte Maßnahmenpakete erforderlich, die weit über inkrementelle Ansätze hinausgehen. Vorreiterstädte zeigen, wie ambitionierte Ansätze erfolgreich umgesetzt werden können (z.B. City-Maut Stockholm, Wiedereinführung der Straßenbahn Nantes, autofreie Innenstadt Oslo). Die in einem Projektkonsortium entwickelten Szenarienergebnisse für das Ruhrgebiet zeigen, dass insbesondere restriktive Maßnahmen gegen den Autoverkehr („Push-Maßnahmen“) erhebliche und im Vergleich zu Effizienz- und siedlungsstrukturellen Maßnahmen schnelle CO₂-Reduktionen bewirken können (3. Fachartikel). Restriktive Maßnahmen sollten daher verstärkt umgesetzt werden – und zwar zusammen mit umfassenden Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrsmittel des Umweltverbunds („Pull-Maßnahmen“), um gesellschaftlich akzeptierbar und politisch umsetzbar zu sein. Die Stadtgesellschaft sollte in ernst gemeinten Beteiligungsformaten proaktiv beteiligt werden, um gemeinsam tragfähige Lösungen zum Abbau struktureller Abhängigkeiten vom Privat-Pkw zu entwickeln.

Vergleichende Fallstudien der Vorreiterstädte Bremen, Karlsruhe und Leipzig zeigen, dass die urbane Mobilitätswende das Ergebnis gemeinschaftlicher Pfadkreationen ist (4. Fachartikel). Transformationsimpulse können von unterschiedlichen Akteursgruppen ausgehen (insbesondere Politik, Verwaltung, Zivilgesellschaft) und beschleunigt umgesetzt werden, wenn Veränderungsakteure (Change Agents) Gelegenheitsfenster clever und in ko-produktiven Ansätzen nutzen. Städtische Mobilitätstransformationen können selbstverstärkende und pfadkreierende Dynamiken entwickeln, wenn Verbesserungen einzelner Verkehrsträger den Umweltverbund insgesamt stärken („knock-on“-Effekte) und gesellschaftliche Lernprozesse stattfinden. Die Berücksichtigung städtischer Eigenlogiken zeigt, welche Mindsets unterstützend wirken: Offenheit für Neues und Experimentierfreudigkeit, eine Kultur der politischen Partizipation und Ko-Produktion, eine lebendige Zivilgesellschaft und der Wille nach kommunaler Selbstbestimmung, sowie das Eintreten für Demokratie und ein ausgeprägter Gerechtigkeitssinn.

Menschen sollten sich verstärkt als verantwortliche Bürgerinnen und Bürger verstehen und in die gemeinwohlorientierten Gestaltung ihrer Städte einbringen: in Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft. Gerade die kommunale Ebene bietet den Raum, um im gemeinsamen demokratischen Streit die besten Lösungen für eine nachhaltige Stadtmobilität für alle zu entwickeln. Die Erfahrung von Selbstwirksamkeit und Gemeinsinn kann dazu beitragen, unsere Demokratie zu stärken. Politik und Verwaltung sollten im demokratischen Diskurs den Mut haben, richtungsweisende Entscheidungen zu treffen. Die Wissenschaft sollte diese komplexen und dynamischen Transformationsprozesse durch Orientierungswissen unterstützen, geeignete Handlungsoptionen aufzeigen und in inter- und transdisziplinären Forschungsansätzen experimentell erproben, evaluieren und Möglichkeiten zum Skalieren aufzeigen.

Abstract

Already today, we are experiencing the severe effects of climate change, which makes it clear: “Every tenth of a degree global heating matters. Every year matters. Every choice matters” (Simon Stiell, Executive Secretary des UNFCCC, n.y.). So far, the transport sector has contributed least to CO₂ emission reductions since 1990 and appears to strikingly fail to meet upcoming climate protection targets. This could make radical and disruptive measures necessary in the upcoming years. To prevent this scenario, the transport sector has to finally start to significantly reduce its CO₂ emissions while keeping the demand for renewable energies as low as possible. Therefore, making passenger transport climate-neutral is not only a question of exchanging engines. A high share of motorized private transport cannot be considered sustainable – particularly in cities, where people suffer from its negative effects right where they are living and have to pay high societal costs. Particularly cities need a mobility transition that provides sustainable mobility options for all by avoiding unnecessary trips and shifting motorized individual transport from the car to environmentally more friendly transport modes (particularly walking, cycling, public transport, supplemented by car sharing and taxi).

Large cities offer favorable conditions for shifting car trips due to their dense and mixed-used settlement structures and diversified mobility options. By reducing car traffic, cities can gain valuable urban space for more sustainable mobility options and improve urban living conditions, for example by better integrating green and blue infrastructures to adapt to the effects of climate change. Currently, about 30 per cent of German population lives in one of the 80 large cities with 100,000 and more inhabitants. Altogether, 70 per cent of the population lives in urban regions (60 million people). Thus, the majority of German population will be reached directly or indirectly when ambitious modal shift measures are implemented in large cities (e.g., when commuting). Although the relevance of modal shift is widely accepted, ambitious approaches for modal shift are still rare. There is a research gap regarding the question what contribution modal shift can (and should) bring about for climate protection and sustainability and “how” ambitious measures can be brought forward.

This publication-based dissertation aims to develop knowledge that supports sustainability transitions by addressing the following research questions. *System knowledge*: “Why” is modal shift important? *Target knowledge*: “How much” modal shift should and could be realized? *Transformation knowledge*: “With what measures” can targets be reached? And “how” can ambitious approaches be implemented? To answer these research questions and to provide scientifically robust and societally relevant transformation knowledge, this dissertation conducts an inter- and transdisciplinary approach and triangulates different theories, methods, actor perspectives, and data, including real-world developments and good practice examples. Results are published in three papers in international peer-reviewed journals. The fourth paper is currently under review by a journal. A framework text connects the four papers (“red thread”) and situates research results within the current state of knowledge.

The results of this dissertation demonstrate that large cities should reduce the share of trips made by motorized private transport as fast and comprehensively as possible due to climate protection and sustainability reasons. The trip-based modal share is a proxy-indicator often used by cities to set reduction targets, monitor developments, and develop policy measures. For this reason, this dissertation uses the trip-based modal share as central indicator, despite its known methodological shortcomings. Cities should complement a trip-based modal share indicator by further indicators to measure negative transport effects more comprehensively

Abstract

and to demonstrate improvements, for example, as part of sustainability strategies that link to the political levels (paper 1). Some German and European frontrunning cities have already been using the trip-based modal share indicator for years or even decades (paper 2 & 3) and have managed to significantly reduce the trip-based share of motorized private transport: by one to two percentage points per year on average (paper 3). This represents an ambitious and, in principle, feasible target value for urban modal shift strategies. The normative key objective should be that, by 2045, as few trips as possible should be made by motorized private transport (target value: 5 per cent).

To reach such targets, ambitious packages of measures need to be implemented that go far beyond the currently mainly incremental approaches. Frontrunner cities demonstrate how ambitious measures have already been successfully implemented (e.g., city toll in Stockholm, the reintroduction of tram in Nantes, car-free inner city in Oslo). Scenarios developed in a project consortium for the Ruhr Metropolitan Area demonstrate that particularly restrictive measures against car use (“push measures”) can lead to significant and faster CO₂ reductions compared to efficiency measures and measures addressing changes in settlement structures (paper 3). Restrictive measures should, therefore, be implemented much more often: together with comprehensive measures to improve more environmentally friendly transport modes (“pull measures”) to make them socially acceptable and politically feasible. Urban society should be participatorily involved to jointly develop viable solutions for reducing structural dependencies on privately owned cars.

Comparative case studies of the frontrunner German cities Bremen, Karlsruhe, and Leipzig demonstrate that urban mobility transitions are the result of joint path creations by urban society (paper 4). Transition impulses can come from different actor groups (particularly politics, city administration, civil society). Transitions can be accelerated when change agents use windows of opportunity in a smart and co-productive manner. Urban mobility transitions can develop self-reinforcing and path-creating dynamics when improvements in single environmentally friendly transport modes have “knock-on”-effects on other environmentally friendly modes and societal learning processes take place. Considering urban “Eigenlogiken” (very own logics) indicate what mindsets are favorable for societal transition processes to happen: openness to novelties and experimental approaches, a culture of political participation and co-production, a vibrant civil society, and the will for municipal self-determination. And: standing up for democracy and a pronounced sense of justice.

People should increasingly understand themselves as responsible citizens and participate in shaping their city for the common good: in politics, administration, business, and civil society. The municipal level provides a particularly suitable place to commonly find the best solutions for sustainable urban mobility for all through a culture of democratic debates. The perception of self-efficacy and community spirit can contribute to strengthen our democracy. Politics and city administration should have the courage to take groundbreaking decisions within democratic discourse. Science should provide orientation knowledge for the complex and dynamic transition processes ahead, identify suitable options for action in inter- and transdisciplinary research approaches, and test options experimentally, evaluate results, and propose options for upscaling.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Forschungsfragen entlang des Transitionszyklus.....	5
Abbildung 1-2: Forschungsfragen – Kapitel – Fachartikel: Überblick der publikationsbasierten Dissertation.....	9
Abbildung 2-1: Sozio-ökonomische Trends (1750-2000), differenziert nach OECD, BRICS und sonstigen Ländern der Welt	11
Abbildung 2-2: „Die explosionsartige Vermehrung der Autos“: Die Entwicklung des Pkw-Bestands in Deutschland seit 1907	12
Abbildung 2-3: Planetare Belastungsgrenzen des Erdsystems.....	14
Abbildung 2-4: Entwicklung der durchschnittlichen globalen Oberflächentemperatur in den Jahren 1 bzw. 1850 bis 2020	16
Abbildung 2-5: Ausmaß, mit dem derzeitige und kommende Generationen eine heißere Erde erleben werden in Abhängigkeit unterschiedlicher Szenarien zur Höhe der künftigen menschengemachten Erderwärmung	17
Abbildung 2-6: Bisherige und künftig mögliche Entwicklungspfade der durchschnittlichen Temperatur über europäischen Landflächen bis 2100	19
Abbildung 2-7: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland insgesamt und im Verkehrsbereich, Minderungsziele und beispielhafter 1,75 °C-kompatibler Reduktionspfad.....	21
Abbildung 2-8: Anteil der Treibhausgasemissionen nach Sektoren des Klimaschutzgesetzes (KSG) im Jahr 2023.....	23
Abbildung 2-9: Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Sektoren des KSG 1990-2023	23
Abbildung 2-10: Die Donut-Ökonomie nach Kate Raworth, in der ökonomische Handlungsmöglichkeiten durch ökologische Obergrenzen und gesellschaftliche Grundbedürfnisse begrenzt werden	26
Abbildung 2-11: Der SDG-„Hochzeitskuchen“ zur Verdeutlichung des Wirtschaftssystems in gesellschaftliche und biosphärische Grenzbedingungen.....	27
Abbildung 2-12: Mindsets in der Multi-Level-Perspektive von Nachhaltigkeitstransitionen	34
Abbildung 2-13: Verkehrspolitische Strategien: Vermeiden, Verlagern, Verbessern – und mehr Verkehrsgerechtigkeit.....	35
Abbildung 2-14: Die MIV-Verkehrserzeugungsspirale umkehren: Erforderlicher Paradigmenwechsel in Verkehrspolitik und -planung von einer autoorientierten zur verkehrsgerechten Stadt des Umweltverbunds	38
Abbildung 2-15: Das Prinzip der dreifachen Innenentwicklung im Vorher-Nachher-Vergleich: Flächengewinne durch weniger fließenden und ruhenden Pkw-Verkehr für resiliente und zukunftsfähige Städte.....	42
Abbildung 3-1: Bisherige Entwicklung und idealtypischer Zielpfad für die Transformation des Stadtverkehrs in Richtung Nachhaltigkeit.....	44
Abbildung 3-2: Entwicklung von Verkehrsaufkommen und Verkehrsaufwand nach Verkehrsmitteln in Deutschland (2002, 2008, 2017)	49

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-3: Zusammensetzung des Leitbilds „Nachhaltiges NRW 2030“: Qualitativer Leitbildtext mit operationalisierten Zielvorschlägen, Quellenangaben und erläuternden Endnoten	51
Abbildung 3-4: Modal Split in NRW in den Jahren 2008 und 2017 sowie Zielvorschlag für 2030	53
Abbildung 3-5: Zielvorschlag eines „Vier Viertel“-Modal Splits für das Land Nordrhein-Westfalen für das Jahr 2030 (Müller & Reutter 2017) und für deutsche Großstädte	55
Abbildung 3-6: Zielvorschläge zur Reduzierung des MIV-Wegeanteils in Großstädten für 2030 und 2045	56
Abbildung 4-1: Europäische Umwelthauptstädte der Jahre 2010-2020.....	58
Abbildung 4-2: Ausgewählte verkehrspolitische Good Practices der Europäischen Umwelthauptstädte.....	59
Abbildung 4-3: Bisherige und angestrebte Entwicklung des MIV-Wegeanteils am Modal Split der europäischen Umwelthauptstädte der Jahre 2010-2020	60
Abbildung 4-4: Dreistufiges methodisches Vorgehen zur Analyse von Zielvorschlag, Maßnahmenentwicklung und Abschätzung von CO ₂ -Reduktions- und MIV-Verlagerungspotenzialen.....	61
Abbildung 4-5: Ausgewählte Szenarienergebnisse im Vergleich zu realweltlichen Entwicklungen	64
Abbildung 5-1: Heuristische Verortung der urbanen Verkehrswende in Deutschland im Kontext unterschiedlicher künftig denkbarer Entwicklungspfade	67
Abbildung 5-2: Analytischer Rahmen zur Analyse rekonfigurativer Transformationspfade, dargestellt anhand der Multi-Level-Perspektive (MLP)	72
Abbildung 5-3: Konzept der „Abzweigungsphasen“ (branching phases) zur Analyse urbaner Transformationspfade	73
Abbildung 5-4: Qualitativ erfasste Transformationsdynamiken in den Städten Bremen, Karlsruhe und Leipzig	74
Abbildung 7-1: Zur fachlichen Diskussion zu stellende konzeptionelle Weiterentwicklung: Dreidimensionale Multi-Level- und Mehrebenen-Perspektive	91
Abbildung 8-1: Der Mai 2024 ist der zwölfte Monat in Folge mit Rekordtemperaturen der durchschnittlichen globalen Erderwärmung.....	148
Abbildung 8-2: Weltkarte mit potenziellen Kippunkten, die kaskadische Kippdynamiken auslösen können.....	149
Abbildung 8-3: Systematisierung der Verkehrsmittel im Alltagsverkehr entlang ihres Motorisierungsgrads und der Form ihrer Nutzung.....	149
Abbildung 8-4: Transformationspfade zur Nachhaltigkeit entlang von Abzweigungsphasen .	150
Abbildung 8-5: Legende zu den Transformationspfaden der Städte Bremen, Karlsruhe und Leipzig	151
Abbildung 8-6: Transformationspfad im Stadtverkehr der Stadt Bremen	152
Abbildung 8-7: Transformationspfad im Stadtverkehr der Stadt Karlsruhe	153
Abbildung 8-8: Transformationspfad im Stadtverkehr der Stadt Leipzig.....	154

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Forschungsfragen und Erkenntnisinteresse	4
Tabelle 1-2: Triangulationsansätze der publikationsbasierten Dissertation: Übersicht der genutzten Daten, Theorien und Methoden	7
Tabelle 8-1: Übersicht der Zeitschriften-Metriken der vier referierten Fachartikel (vierter Fachartikel im Review)	143
Tabelle 8-2: Übersicht der Zusammenhänge zwischen Verkehr und den neun Planetaren Grenzen	146
Tabelle 8-3: Überblick der eingehaltenen bzw. überschrittenen Jahresemissionsmengen im Verkehr, politische Reaktionen und Bewertungen durch den Expertenrat für Klimafragen.....	147

Abkürzungsverzeichnis

BAU – Business as Usual

BEV – Battery Electric Vehicle

BVerfG – Bundesverfassungsgericht

EGMR – Europäischer Gerichtshof für Menschenrechte

ESR – Europäische Lastenteilung

EW – Einwohner*innen

GG – Grundgesetz

HWK – Handwerkskammer

IHK – Industrie- und Handelskammer

MIV – Motorisierter Individualverkehr

MLP – Multi-Level Perspektive (engl. für Mehr-Ebenen-Perspektive)

MPT – Motorized private transport

OECD – Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung

ÖPNV – Öffentlicher Personennahverkehr

o.S. – ohne Seitenangabe

Pkw – Personenkraftwagen

PT – Public Transport

THG – Treibhausgasemissionen

UN – United Nations

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change

WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen

WHO – World Health Organization

1 Einleitung

1.1 Problemlage: „Sorgenkind Verkehr“

*„Now is the time to rapidly accelerate action (...)
to make progress in this critical decade“ (UNFCCC 2023, S. 4)*

Wir befinden uns genau jetzt in einer ganz entscheidenden und besonders herausfordernden Phase der Weichenstellungen für Klimaschutz und Nachhaltigkeit in Deutschland – auch hinsichtlich des Verkehrs in unseren Städten. Das Klimasekretariat der Vereinten Nationen hebt in seinem Report zur ersten Globalen Bestandsaufnahme (Global Stocktake) hervor, dass die Weltgemeinschaft noch weit von einem Politikpfad entfernt ist, der die Einhaltung der völkerrechtlich verbindlichen Pariser Klimaschutzziele ermöglicht um die existenziell bedrohliche, menschenverursachte Erderwärmung auf deutlich unter 2°C, möglichst unter 1,5 °C zu begrenzen (UN 2015a, Art. 2a; UNFCCC 2023, S. 5). Zwar habe das Pariser Klimaabkommen seit seiner Verabschiedung 2015 wesentlich dazu beigetragen, die Dringlichkeit zu vermitteln, mit der Maßnahmen gegen die Klimakrise ergriffen werden sollten (ebd., S. 4). Doch obwohl die weltweiten Maßnahmen gegen den Klimawandel zunehmen, reichen sie bislang bei weitem noch nicht aus – weder von der Weltstaatengemeinschaft insgesamt (ebd.), noch von der Bundesrepublik Deutschland (Expertenrat für Klimafragen 2024 a & b).

In Deutschland konnte insbesondere der Verkehrssektor seine CO₂-Emissionen seit 1990 kaum senken und überschreitet im Jahr 2023 zum dritten Mal in Folge seine (bislang weiterhin gültigen) zulässigen Jahresemissionsmengen laut Bundes-Klimaschutzgesetz (Stand Juli 2024). Die daraufhin von der Bundesregierung am 26.04.2024 beschlossene (und am 17.05.2024 vom Bundesrat gebilligt, aber noch nicht vom Bundespräsidenten ausgefertigte und verkündete) Novellierung des Bundes-Klimaschutzgesetzes zur Aufhebung der „Sektorziele“ zugunsten einer sektorübergreifenden Gesamtrechnung birgt das große Risiko, dass dringend notwendige Maßnahmen im Verkehrsbereich noch weiter in die Zukunft verschleppt werden, was künftig drastische und disruptive Maßnahmen zur Reduzierung der CO₂-Emissionen im Verkehr erforderlich machen könnte – auch die von Bundesverkehrsminister Wissing bereits angedrohten Fahrverbote (Höhne nach Science Media Center Germany 2024).

Die Einbindung des Verkehrs- und Gebäudesektors in den europäischen Emissionshandel (ETS II) wird ab dem Jahr 2027 zudem zu möglicherweise sprunghaft steigenden Tank- und Heizkosten führen (Agora Energiewende 2023, S. 1), da sowohl der Gebäude- als auch der Verkehrssektor mit den bis heute beschlossenen Maßnahmen seine EU-Minderungsziele für CO₂-Emissionen bis 2030 deutlich überschreiten werden (Expertenrat für Klimafragen 2024a, S. 22f.). (Rechts-)populistische und extremistische Strömungen können aufgrund der empfundenen Unzumutbarkeit von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr sowie empfundener sozialer Ungerechtigkeiten (z.B. E-Mobilität für Wohlhabendere) weiter an Stärke zulegen, was eine ernsthafte Bedrohung für unsere freiheitliche Demokratie darstellt (Roberts 2022; WSI 2024) und Klimaschutzbemühungen von der politischen Agenda rücken lassen könnte (BpB 2023b; Messner 2024 nach Zeit online 2024). Die Ausführungen zeigen, dass ein sofortiger und umfassender Kurswechsel hin zu ambitioniertem Klimaschutz, gerade im Verkehr, dringender notwendig ist denn je.

1.2 Lösungsbeitrag: Verkehrsverlagerung

Verkehr vom motorisierten Individualverkehr auf die Verkehrsmittel des so genannten “Umweltverbunds” (insbesondere Fuß, Rad, ÖPNV, ergänzend Carsharing und Taxi) zu verlagern, ist eine der drei zentralen und wissenschaftlich anerkannten Strategien zur klimaverträglichen Gestaltung des Verkehrs – zusammen mit den Strategien der Verkehrsvermeidung und technischen und organisatorischen Verkehrsverbesserungen (IPCC 2014, S. 603; Kenkmann et al. 2022, S. 115). Der Fokus auf Bundesebene liegt bislang vor allem auf Maßnahmen zur technischen Verbesserung des Verkehrs – und hier insbesondere auf der Umstellung vom Verbrennermotor auf klimafreundliche Antriebe (Expertenrat für Klimafragen 2024 a&b). Der Expertenrat für Klimafragen betont, dass zum Erreichen der Klimaschutzziele bis 2030 neben den bisherigen, eher technisch fokussierten Maßnahmen die Potenziale in allen Handlungsbereichen gehoben werden müssten – und hier insbesondere auch durch die Verlagerung des MIV auf die Verkehrsmittel des Umweltverbunds (2022c, S. 128 & 133). Die Lücke im Verkehrssektor sei mittlerweile so groß sei, dass anstelle einer Sammlung additiver Einzelmaßnahmen ein konsistentes Maßnahmen-Gesamtkonzept erforderlich sei (Expertenrat 2023b, S. 6 f.).

Die Strategie der Verkehrsverlagerung zählt zu den klassischen Handlungsfeldern der kommunalen Verkehrspolitik (Böhler-Baedeker et al. 2012, S. 25). Gerade für Städte gilt, dass es bei der Gestaltung einer klimaverträglichen Mobilität nicht allein um eine Antriebswende gehen kann, sondern vielmehr um eine grundsätzlich andere Organisation von Mobilität im Sinne einer Mobilitätswende bzw. der Gestaltung einer „nachhaltigen Mobilität“, die innerhalb der ökologischen Grenzen des Erdsystems („planetary boundaries“, Rockström et al. 2009, Richardson et al. 2023) sowie der sozialen Grenzen (Raworth 2018) ökologisch tragfähig, sozial gerecht und ökonomisch effizient ist. Um das zu erreichen, ist deutlich weniger Autoverkehr in den Städten erforderlich – und das unabhängig von der Antriebsart. Städte weisen aufgrund ihrer dichten und kompakten Siedlungsstrukturen prinzipiell gute Voraussetzungen auf, um eine Mobilität mit deutlich weniger Autoverkehr zu organisieren. Die dafür erforderliche Transformation des städtischen Verkehrssystems liegt zu großen Teilen als kommunale Planungs- und Steuerungsaufgabe direkt in der Hand der Kommunen (Agora Verkehrswende 2017, S. 32). Viele Städte verfolgen schon heute aktiv Verlagerungsstrategien. Von einer konsequenten, entschlossenen und flächenhaften Umsetzung von Maßnahmen zur Verbesserung des Umweltverbunds (pull) und restriktiven Ansätzen zum Zurückdrängen des Autoverkehrs (push) kann jedoch noch nicht als allgemein übliche verkehrspolitische Praxis gesprochen werden.

1.3 Forschungsbedarf: Potenziale der Verkehrsverlagerung in Großstädten

Vor dem Hintergrund drängender Handlungserfordernisse stellt sich die Frage, welchen Beitrag die Strategie der Verkehrsverlagerung zum Klimaschutz (UN 2015a) und zur nachhaltigen Entwicklung (UN 2015b; GPF 2023) in Städten leisten kann, um kurzfristige CO₂-Reduktionen im Verkehr zu ermöglichen, den steigenden Endenergiebedarf insgesamt einzudämmen und eine sozialverträgliche Verkehrswende zu unterstützen. Dafür fokussiert diese Arbeit auf die Rolle der Großstädte, wo dichte Infrastrukturen und ein umfangreiches Angebot an Mobilitätsalternativen zum eigenen Pkw prinzipiell gute Voraussetzungen zur Verkehrsverlagerung bieten. Während es bereits eine Vielzahl an Studien und wissenschaftlichen Evaluationen zu den Potenzialen und Wirkungen von einzelnen Politikmaßnahmen oder Politikpaketen zum Klimaschutz im Verkehr gibt, sind wissenschaftliche Studien, die in einem „größeren Bild“ („big picture“; Köhler et al. 2019) aufzeigen, welche Richtung, Größenordnung und Geschwindigkeit hinsichtlich der Verkehrsverlagerung in Städten aus Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsgründen

erforderlich und möglich ist, vergleichsweise selten.¹ Ebenso gibt es bislang erst vereinzelte Studien, die aus einer Transformationsperspektive die Dynamiken und komplexen Zusammenhänge der Transformationspfade städtischer Mobilität analysieren, um auf diesem Wege Erkenntnisse abzuleiten, mit welchen Dynamiken („wie“?) und mit welchen Erfolgsmechanismen („warum?“) eine ambitionierte Politik der Verkehrsverlagerung gelingen kann. Diese Arbeit möchte einen Beitrag zum Schließen dieser Forschungslücke leisten und wissenschaftlich fundiertes und gesellschaftspolitisch relevantes Orientierungswissen bereitstellen.

1.4 Abgrenzung des Forschungsthemas: Verkehrsverlagerung in Großstädten

Diese Dissertation fokussiert die Rolle der Verkehrsverlagerung für den Personenverkehr in Großstädten. Damit betrachtet die Dissertation nur einen kleinen Ausschnitt des Verkehrssystems und berücksichtigt weder die Mobilität im ländlichen Raum, noch den Güterverkehr, Luftverkehr und Schiffsverkehr. Auch Stadt-Umland-Beziehungen stehen nicht im Fokus der Arbeit und werden nur am Rande der Arbeit berücksichtigt (z.B. 4. Fachartikel: Karlsruhes in die Region reichendes Stadtbahn-System). Trotzdem nimmt der Stadtverkehr der Menschen eine wichtige Rolle im Verkehrssystem Deutschlands ein, da es in Deutschland derzeit 80 Großstädte ab 100.000 Einwohnenden gibt und rund 30% der deutschen Bevölkerung in Großstädten lebt (Fazit Communication GmbH). 71 Prozent der deutschen Bevölkerung (60 Mio. Personen) lebt in Großstadtregionen (Destatis 2024b). Die Gestaltung der Verkehrssysteme in Großstädten hat somit sowohl direkten Einfluss auf die in Großstädten lebenden Menschen als auch einen indirekten Einfluss auf die Mehrheit der deutschen Bevölkerung, da viele Pendelverkehre ihren Ziel- (oder Ausgangs-)punkt in Großstädten haben (z.B. für Arbeitsplätze, versorgungsökonomische Wege, Kulturveranstaltungen, Besuche von Verwandten und Freunden). Darüber hinaus wird der Fokus auf Großstädte gesetzt, weil die dort am ehesten gegebenen dichten und nutzungsgemischten Siedlungsstrukturen sowie ein breiteres Angebot unterschiedlicher Verkehrsmittel des Umweltverbunds die Verkehrsverlagerung vom MIV auf den Umweltverbund prinzipiell begünstigen und grundlegende Veränderungen besser möglich sind als in ländlichen Räumen mit disperseren Siedlungs- und Verkehrsinfrastrukturen. Großstädte gelten darüber hinaus als Orte für soziale Innovationen und Experimentierfreudigkeit, wo neue Lösungen häufig zuerst in Erscheinung treten, ausprobiert und umgesetzt werden (Bell 2018) und so zur Blaupause für andere Städte und Regionen werden können (Schneidewind 2018b).

1.5 Zielsetzung und Forschungsfragen: Warum? Wohin? Womit? – Und: Wie?

Ziel der publikationsbasierten Dissertation ist es zu analysieren, welche Rolle die Strategie der Verkehrsverlagerung im großstädtischen Personenverkehr aus Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsgründen einnehmen kann und einnehmen sollte – und „wie“ ambitionierte Ansätze zur Verkehrsverlagerung gesellschaftspolitisch umgesetzt werden können. Die Dissertation versteht sich als ein Beitrag zur Transformationsforschung, d.h. als eine Wissenschaft, die sich mit den Herausforderungen von Nachhaltigkeitstransformationen befasst (Wittmayer & Hölscher 2017, S. 48), praxisrelevantes Wissen generiert und Transformationsprozesse durch die Entwicklung von Orientierungswissen und Lösungen unterstützt und aktiv befördert (WBGU 2011, S. 350, Schneidewind & Singer-Brodowski 2014). Die Transformationsforschung geht davon aus, dass gesellschaftliche Veränderungsprozesse zur Nachhaltigkeit komplex sind und für die

¹ Positive Ausnahmen: Bruno 2022, Geels 2018, Hodson et al. 2017, Ruhrort 2019, Wetzchewald 2023a.

Kapitel 1 – Einleitung

Unterstützung von Transformationsprozessen unterschiedliche Wissensarten erforderlich sind, insbesondere: 1. Systemwissen, das die Ist-Situation beschreibt und erläutert, wie sozio-technische Systeme funktionieren, welche Zusammenhänge es gibt und wie Problemlagen zu bewerten sind; 2. Zielwissen, das Leitbilder und wünschenswerte Zielzustände im Sinne eines „Soll“-Zustands entwickelt; und 3. Transformationswissen, das darlegt, wie die Entwicklung vom Ist- zum Soll-Zustand erfolgen kann, insbesondere durch experimentelles Erproben und Lernprozesse (Wuppertal Institut o.J.c; Wittmayer & Hölscher 2017, S. 41 f.; Mölders & Levin-Keitel 2022, S. 27 ff.). Ziel dieser Dissertation ist es, System-, Ziel- und Transformationswissen zur Beantwortung der Forschungsfragen zu entwickeln. Tabelle 1-1 stellt die vier zentralen forschungsleitenden Fragestellung dieser Dissertation und das damit angestrebten Erkenntnisinteresse dar.

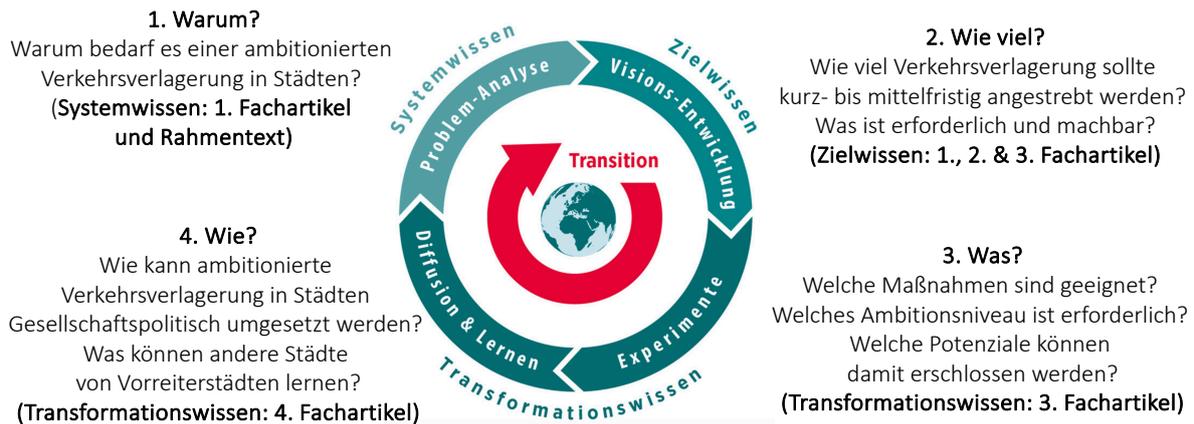
Forschungsfrage	Erkenntnisinteresse
1. Warum? – Warum bedarf es einer ambitionierten Verkehrsverlagerung in Städten? (Systemwissen)	Verständnis für die Problemlage und die Relevanz der Strategie der Verkehrsverlagerung als Lösungsbeitrag im Gesamtzusammenhang der drei Strategien „Vermeiden – Verlagern – Verbessern“.
2. Wohin? – Wohin sollten sich Städte entwickeln hinsichtlich der Verlagerung von Verkehr? Wie viel Verkehrsverlagerung sollte in Städten kurz- bis mittelfristig angestrebt werden? (Zielwissen)	Verständnis über die Richtung, Größenordnung und Geschwindigkeit erforderlicher und möglicher Verkehrsverlagerung.
3. Womit? – Welche Maßnahmen sind geeignet und notwendig? Welche Potenziale können damit erschlossen werden? (Transformationswissen)	Erkenntnisse über das erforderliche Ambitionsniveau von Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung und deren Potenziale im Vergleich zu den Strategien der Verkehrsvermeidung und der Verkehrsverbesserung.
4. Wie? Wie und von wem können Ansätze ambitionierter Verkehrsverlagerung in Städten umgesetzt werden? Mit welchen Dynamiken ist das möglich? (Transformationswissen)	Besseres Verständnis der städtischen Transformationspfade zur Verkehrsverlagerung hinsichtlich der Dynamiken und der Erfolgsmechanismen.

Eigene Darstellung

Tabelle 1-1: Forschungsfragen und Erkenntnisinteresse

Die vier Forschungsfragen können entlang des Transitionszyklus (Singer-Brodowski & Schneidewind 2014, S. 135) angeordnet werden, der darstellt, wie die unterschiedlichen Wissensformen des Ziel-, Transformations- und Systemwissens für das Verstehen und Gestalten gesellschaftlicher Veränderungsprozesse in zyklischen und iterativen Lernphasen aufeinander aufbauen. In dieser Form sollen auch die vier dieser publikationsbasierten Dissertation zugrunde liegenden referierten Fachartikel aufeinander aufbauen, reflektierend aufeinander bezogen werden und so Erkenntnisse zur Beantwortung der Forschungsfragen liefern.

Kapitel 1 – Einleitung



Quelle der Abbildung: Wuppertal Institut, o.J.,
<https://wupperinst.org/forschung/transformativ-forschung>

Abbildung 1-1: Forschungsfragen entlang des Transitionszyklus

1.6 Ansatz: Inter- und transdisziplinäre Transformationsforschung

Das Promotionsvorhaben nutzt zum Teil Forschungsergebnisse aus der Arbeit der Doktorandin als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Wuppertal Institut (Fachartikel 1 bis 3). Darüber hinaus entwickelt das Promotionsvorhaben eigenständige Forschungsergebnisse, insbesondere im Rahmen der vergleichenden Fallstudien (George & Bennett 2004) zu den Transformationspfaden der Städte Bremen, Leipzig und Karlsruhe (4. eingereichter Fachartikel, im Review).

Das Promotionsvorhaben versteht sich als ein Beitrag zur Transformations- bzw. Transitionsforschung (engl. „Sustainability Transition Research“) (Wittmayer & Hölscher 2017; Köhler et al. 2019). In dieser Arbeit werden beide Begriffe synonym verwendet, auch wenn andere Autor*innen feine Unterschiede zwischen beiden Begrifflichkeiten benennen (Hölscher et al. 2018). Transitionsforschung entstand Ende der 1990er Jahre in den Niederlanden und Westeuropa (Grin et al., 2010) und verfolgt das Ziel, die komplexen Dynamiken und Mechanismen sozio-technischer Transformationsprozesse zur Nachhaltigkeit besser zu verstehen und auf dieser Wissensbasis gesellschaftliche Transformationsprozesse zu unterstützen und zu beschleunigen (Loorbach et al. 2017). Transitionsforschung nimmt einen systemischen und multidimensionalen Blick auf Transformationsprozesse ein und analysiert diese als ein komplexes Zusammenspiel ko-evolutionärer Entwicklungen nicht nur durch neue Technologien und Infrastrukturen, sondern auch durch grundlegende Veränderungen in der Politik, den Märkten, dem Verkehrsverhalten, kulturellen Bedeutungszuschreibungen und der Wissenschaft („sozio-technisch“; Geels 2004). Transitionsprozesse werden verstanden als hochkomplexe, nicht-lineare und multifaktorielle Prozesse, an deren Gestaltung vielfältige Akteure und Akteurskoalitionen beteiligt sind und die reflexive Governance- und Lernprozesse beinhalten (ebd.).

Die Transitionsforschung hat eine Vielzahl konzeptioneller Ansätze zur Analyse (z.B. Multi-Level-Perspektive, Geels 2004 & 2012; Transformationspfade, Geels & Schot 2007) und auch zur Gestaltung von Transitionsprozessen entwickelt (z.B. Transition Management, Rotmans & Loorbach 2009). Ausgewählte theoretische Ansätze der Transitionsforschung werden auch im Rahmen dieser Dissertation genutzt und weiterentwickelt, insbesondere im vierten Fachartikel. Dabei wird in weiten Teilen eine bewusst „herausgezoomte“ Forschungsperspektive verfolgt („big picture“; Köhler et al. 2019), um strategische Erkenntnisse zu erhalten zur Richtung, Größenordnung und Geschwindigkeit möglicher Transformationsprozesse durch Verkehrsverlagerung

Kapitel 1 – Einleitung

sowie zur Frage, „wie“ Transformationsprozesse gestaltet werden sollten. An einzelnen Stellen wird genauer „hereingezoomt“, um Zusammenhänge zu verstehen, etwa durch die Indikatoren-genaue Betrachtung von Zielvorschlägen (Fachartikel 1) und die Betrachtung beschleunigter Transformationsphasen in deutschen Vorreiterstädten (Fachartikel 4).

Entsprechend der Annahme der Transformationsforschung, dass „sich gesellschaftliche Probleme selten an disziplinären Grenzen orientieren“ (Wittmayer & Hölscher 2017, S. 66), verfolgt auch diese Dissertation einen interdisziplinären Forschungsansatz und nutzt Wissensbestände und theoretische Konzepte unterschiedlicher Fachdisziplinen, insbesondere der System- und Transitionstheorie, der Nachhaltigkeitsforschung, der Politik- und Planungswissenschaft sowie sozialwissenschaftlicher Akteurstheorien. Interdisziplinären Forschungsansätzen wird gerade dann eine besondere Relevanz beigemessen, wenn es darum geht, problemorientiertes Wissen zu generieren (Neidhardt et al. 2008, S. 24), um „besonders komplexe Probleme anwendungsorientiert bearbeiten zu können und große gesellschaftliche Herausforderungen lösen zu helfen“ (Wissenschaftsrat 2020, S. 1) – also immer dann, wenn die Wissenschaft für die „Gestaltung von gesellschaftlichen Entscheidungen und Veränderungsprozessen als Kompassgeber gefragt ist“ (Schneidewind 2020, S. 229). Darüber hinaus nutzt das Promotionsvorhaben transdisziplinäre Forschungsmethoden (Vilsmaier & Lang 2014; Fricke et al. 2023), d.h. es bindet auch außerwissenschaftliche Akteurinnen und Akteure ein. Durch Dialog und die Zusammenarbeit wird ihr praxisrelevantes Wissen in die Entwicklung der Forschungsergebnisse einbezogen (Fachartikel 1, 3 und 4).

Methodisch nutzt die Dissertation einen „multiplen Triangulationsansatz“ (Gabriel 2019, S. 16) und kombiniert unterschiedliche Daten, Theorien und Methoden (ebd.) – einerseits quer über die vier Fachartikel und andererseits zum Teil auch innerhalb eines Fachartikels. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die verschiedenen Triangulationsansätze je Fachartikel.

Daten	Theorien	Methoden
Rahmentext („roter Faden“)		
Literaturrecherche und Quellenauswertung („Desktop research“). Nutzung von wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Quellen sowie frei im Internet zugänglichen Dokumenten (z.B. von Politik, Verwaltung, Verbänden, Zivilgesellschaft, Medien).	Klimawandelforschung (IPCC, Kippunkte). Planungs- und Governancetheorien (Leitbilder, Ziele, Indikatoren). Akteurstheorien (Change Agents). Handlungstheorien (Tragik der Allmende, Gefangenendilemma). Psychologie (Risikoaversion, Verfügbarkeitsheuristiken). Demokratietheorien (Rechtsruck der Gesellschaft).	Quellenanalyse und -auswertung entlang der Forschungsfragen bzw. zur Einbettung der Fachartikel in den roten Faden.
1. referierter Fachartikel: „Vision development“		
Ziel- und Indikatorenvorschläge wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Akteure. Forschungsergebnisse unterschiedlicher nachhaltigkeitsrelevanter Fachdisziplinen	Theorien nachhaltiger Entwicklung (z.B. der starken Nachhaltigkeit). Governance in politischen Mehrebenensystemen (Rolle eines Bundeslandes; Relevanz für Kommunen).	Literatur- und Quellenauswertungen. Interdisziplinärer Workshop mit Wissenschaftler*innen zur sozialen und ökonomischen Nachhaltigkeit.

Kapitel 1 – Einleitung

Daten	Theorien	Methoden
(z.B. Natur-/Umwelt-/Sozial-/Wirtschaftswissenschaft).		Transdisziplinärer Workshop mit Praxisakteuren (TEAM Nachhaltigkeit). Diskussion mit interministerieller Arbeitsgruppe (IMAG) Nachhaltigkeitsstrategie (Land NRW).
2. referierter Fachartikel: „Benchmark“		
Bewerbungsunterlagen von europäischen Großstädten im Wettbewerb „European Green Capital“ der Europäischen Kommission.	Stadtforschung, Verkehrspolitik und -planung (z.B. Verkehrsmittelwahl, Politikinstrumente, planerische Ansätze).	Dokumentenanalyse. Grafische und tabellarische Datenauswertung und -aufbereitung.
3. referierter Fachartikel: „Course change“		
Forschungsergebnisse der Verkehrswissenschaften. Praxisbeispiele. Ergebnisdaten des integrierten Modells Ruhrgebiet 2050 von S&W Stadt- und Regionalforschung.	Theorien der Verkehrspolitik und -planung (z.B. Verkehrsmittelwahlverhalten, Politikinstrumente). Szenariotechniken (land-use-transport models).	Begründete Entwicklung von Annahmen zur Modellierung von push und pull-Maßnahmen. Systematische Recherche und Darstellung guter Beispiele aus Vorreiterstädten (Steckbriefe). Transdisziplinärer Workshop mit Praxisakteuren (Regionalverband Ruhr).
4. eingereichter Fachartikel: „Moving cities forward“ (im Review)		
Verkehrsplanerische Dokumente (z.B. Verkehrsentwicklungsplan, Strategien). Medienberichte, Stellungnahmen. Aussagen und Einschätzungen von Praxisakteuren.	Transitionstheorien (Multi-Level-Perspektive, Branching points, rekonfigurative Transformationspfade). Akteurstheorien (z.B. change agents, policy entrepreneurs). Politiktheorien (z.B. Mehrebenensystem). Stadtforschung (Städtische Eigenlogiken). Planungswissenschaften (Verkehrsmassnahmen).	Vergleichende städtische Fallstudien. Dokumentenanalyse. Expert*innen-Interviews vor allem mit Praxisakteuren. Ergebnispräsentation und -diskussion (online) mit Praxisakteuren zur kommunikativen Validierung der Ergebnisse.

Eigene Darstellung

Tabelle 1-2: Triangulationsansätze der publikationsbasierten Dissertation: Übersicht der genutzten Daten, Theorien und Methoden

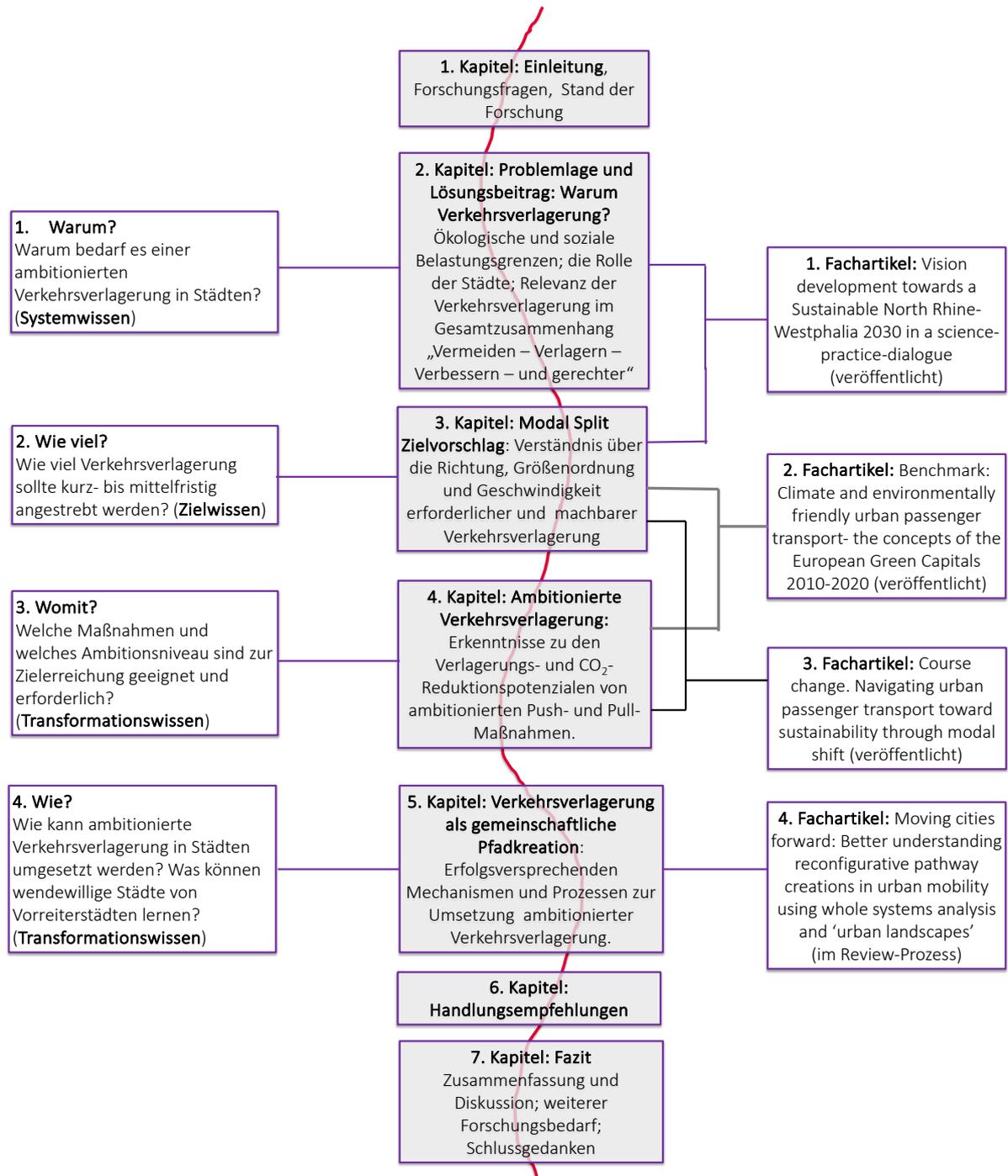
1.7 Aufbau: Publikationsbasierte Dissertation

Bei der Dissertation handelt es sich um eine publikationsbasierte Dissertation, die vier referierte Fachartikel und diesen Rahmentext umfasst. Von den vier Fachartikeln wurden drei bereits erfolgreich in international anerkannten Fachzeitschriften mit wissenschaftlicher Qualitätskontrolle (peer review) veröffentlicht. Der vierte Fachartikel wurde bei einer internationalen Fachzeitschrift eingereicht und dort erfolgreich für ein Review-Verfahren akzeptiert. Die vier Fachartikel werden durch den hier vorliegenden Rahmentext in einen konzeptionellen und inhaltlichen Gesamtzusammenhang gestellt und aufeinander bezogen. Der Rahmentext stellt somit eine Art „roter Faden“ dar, der die Einzelartikel zu einer inhaltlich zusammenhängenden Dissertation verbindet. Eigene Abbildung

Abbildung 1-2 zeigt die Struktur der Kapitel und ihren Bezug zu den formulierten Forschungsfragen und den vier Fachartikeln. Die Kurz-Abstracts der vier Fachartikel werden in einer Überblickstabelle dargestellt (Anhang 8.3).

Der vorliegende Rahmentext ist wie folgt aufgebaut: Im 2. Kapitel wird der aktuelle Stand der Forschung dazu dargestellt, „warum“ die Strategie der Verkehrsverlagerung einen wichtigen Lösungsbeitrag zu Klimaschutz und Nachhaltigkeit leistet. Dies bildet die normative Grundlage für die Entwicklung von ambitionierten Zielvorschlägen zur Verkehrsverlagerung im 3. Kapitel (1. Fachartikel: „Vision development“). Im 4. Kapitel wird dargestellt, welche Maßnahmen und welche Ambitionsniveaus zum Erreichen der vorgeschlagenen Zielwerte erforderlich sind und möglich erscheinen. Die Ergebnisse basieren auf der Auswertung der Verkehrskonzepte der europäischen Umwelthauptstädte (2. Fachartikel: „Benchmark“) und den in einem Forschungsprojekt entwickelten Szenarienergebnissen sowie deren Abgleich mit guten Beispielen aus der „realen Welt“ europäischer Vorreiterstädte (3. Fachartikel: „Course change“). Im 5. Kapitel wird basierend auf den vergleichenden Fallstudien und den analysierten Transformationspfaden der Städte Bremen, Karlsruhe und Leipzig dargestellt, „wie“ eine erfolgreiche Umsetzung gelingen kann und welche Transformationsdynamiken die drei Fallstudienstädte aufweisen (4. Fachartikel: „Moving cities forward“). Das 6. Kapitel formuliert übergreifende Handlungsempfehlungen über alle vier Fachartikel und das 7. Kapitel fasst die Ergebnisse zusammen, diskutiert den Forschungsansatz und die Forschungsergebnisse und schließt die Dissertation mit weiterführenden Schlussgedanken.

Kapitel 1 – Einleitung



Eigene Abbildung

Abbildung 1-2: Forschungsfragen – Kapitel – Fachartikel: Überblick der publikationsbasierten Dissertation

2 Warum Verkehrsverlagerung? Stand der Forschung zu Problemlage, Lösungsbeitrag und Gestaltungsansätzen

In diesem Kapitel wird der aktuelle Stand der Forschung zu Klimaschutz und Nachhaltigkeit im Verkehr dargestellt und erörtert, „warum“ die Strategie der Verkehrsverlagerung von zentraler Relevanz ist. Dies bildet die normative Grundlage für die Entwicklung von ambitionierten Zielvorschlägen zur Verkehrsverlagerung sowie die Darstellung ambitionierter Maßnahmenansätze in den darauffolgenden Kapiteln.

2.1 Ökologische Belastungsgrenzen

2.1.1 Die Automobilität als erdsystemrelevanter Faktor

“In summary, the Great Acceleration marks the phenomenal growth of the global socio-economic system, the human part of the Earth System. It is difficult to overestimate the scale and speed of change. In little over two generations – or a single lifetime – humanity (or until very recently a small fraction of it) has become a planetary-scale geological force” (Steffen et al. 2015a, S. 13 f.)

Der Klimawandel ist das Resultat einer dynamischen Zunahme menschlicher, auf fossilen Energien basierender Aktivitäten in vielen Bereichen („The Great Acceleration“, Steffen et al. 2015a), die enorme Auswirkungen auf das globale Erdsystem haben (Abbildung 2-1). Umwelthistoriker*innen verorten den Ausgangspunkt dieser Dynamisierungen in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts, der mit einem dynamischen Wachstum der Weltbevölkerung einher ging. Die Entwicklungen veranlassten sie wissenschaftlich zu ergründen, inwiefern sich die Menschheit seit den 1950er Jahren in einer neuen, erdzeitgeschichtlichen Epoche² befinde („Anthropozän“),³ weil menschliche Aktivitäten geophysikalisch nachweisbar geworden sind, z.B. anhand von Treibhausgasemissionen in der Erdatmosphäre, dem globalen Biodiversitätsverlust und der Ablagerung von Flugasche und Plastik in Erdschichten (Rose 2015; Zalasiewicz et al. 2016).

Der gesellschaftspolitische Wert des wissenschaftlichen Konzepts eines „Anthropozäns“ liegt darin, dass es die Richtung, Größe und Geschwindigkeit aufzeigt, mit der menschliche Aktivitäten auf das globale Erdsystem einwirken. Es gibt eine Ahnung davon, welche Art von vielfältigen und radikalen „Wenden“ es braucht, um die Menschheit innerhalb erdsystemkompatibler Grenzen zu halten bzw. dorthin zurückzuführen (Richardson et al. 2023) – gerade vor dem Hintergrund, dass erdsystemrelevante Entwicklungen bislang größtenteils von einem sehr kleinen Anteil der wohlhabenden Erdbevölkerung verursacht worden sind (vgl. Abbildung 2-1)

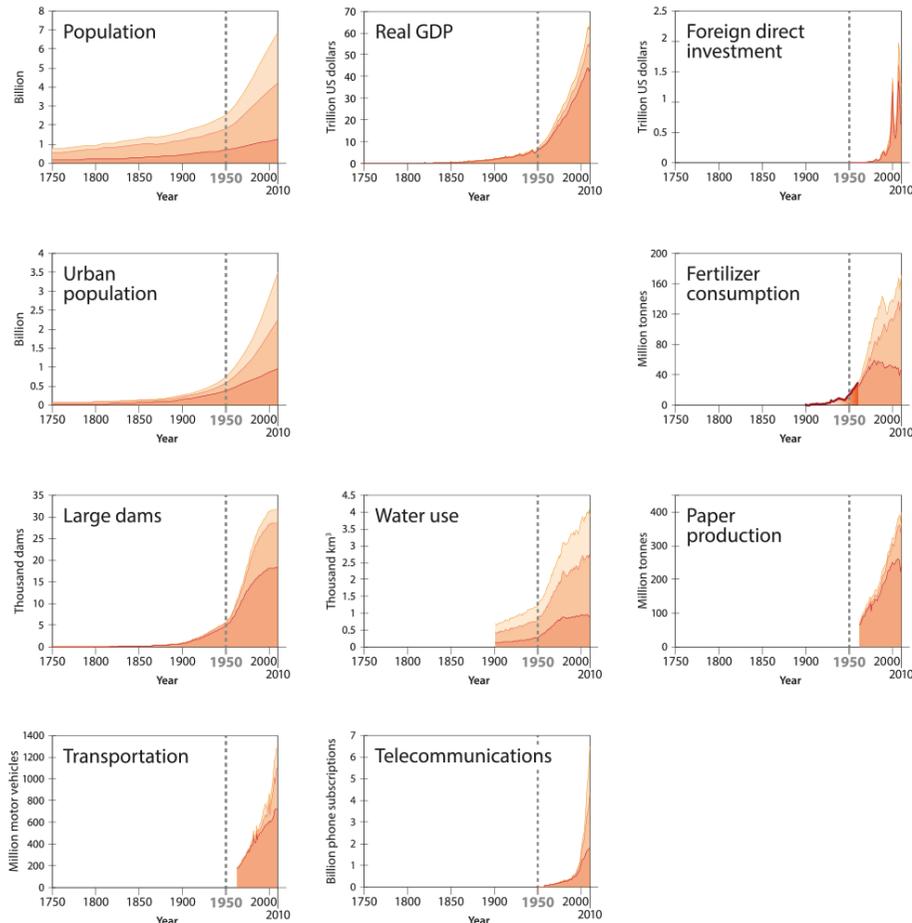
² Epochen bezeichnen in der Geologie im Vergleich zur Erdgeschichte relativ kurze Zeitspannen, die jedoch mehrere Millionen Jahre umfassen können. Anfang und Ende einer Epoche sind gekennzeichnet durch einschneidende Veränderungen im globalen Erdsystem, wie etwa dem Übergang von der letzten Kaltzeit (Würm- oder Weichselkaltzeit) in die nun seit etwa 11.700 Jahren andauernde warmzeitliche Epoche des Holozän (Horn 2020).

³ Vgl. Crutzen & Stoermer 2000; Crutzen 2002; Subcommission on Quaternary Stratigraphy 2019.

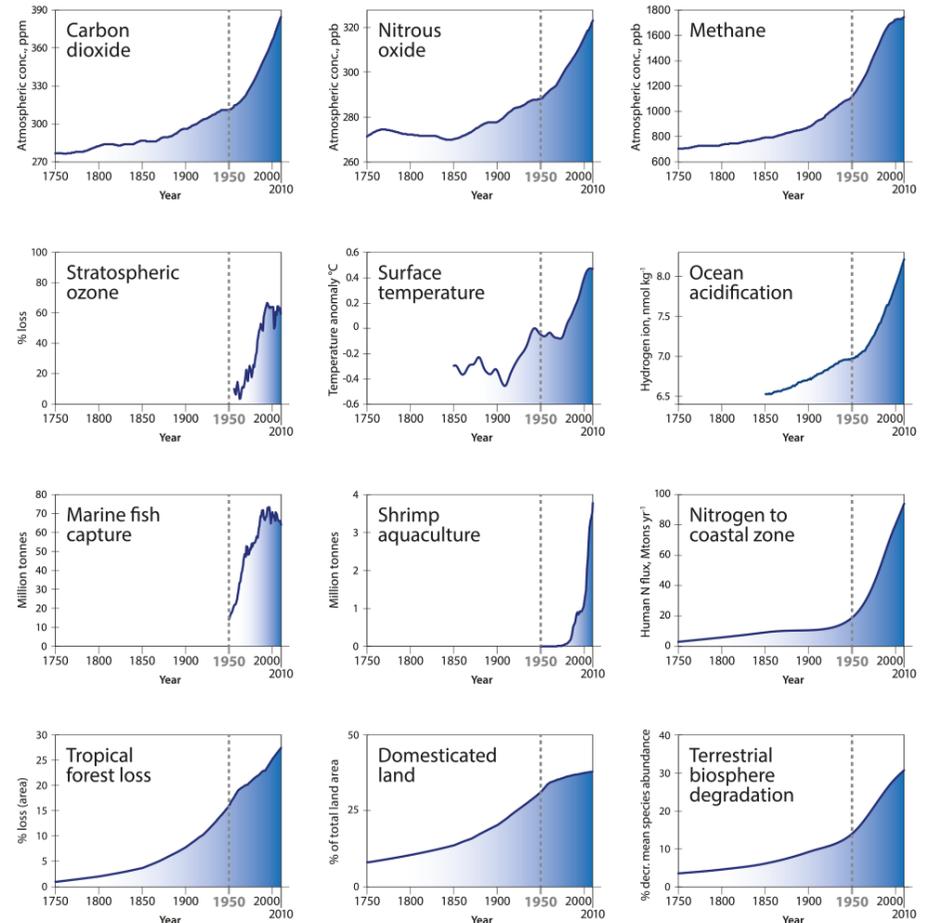
Kapitel 2 – Warum Verkehrsverlagerung?

Socio-economic trends

OECD BRICS Others



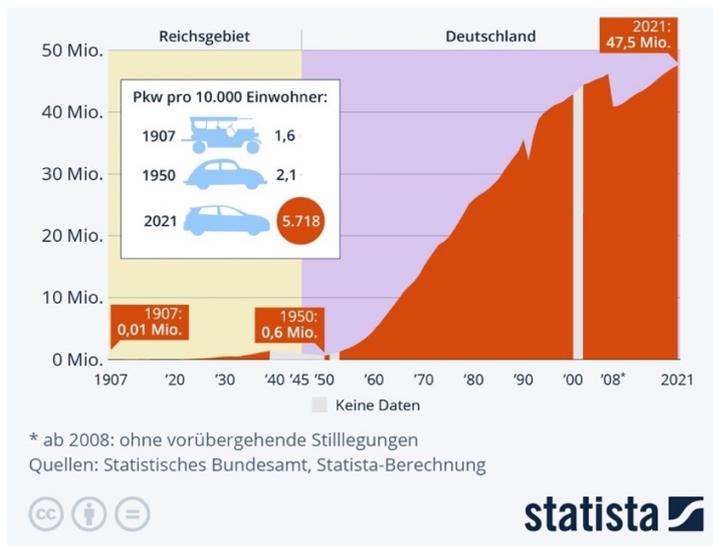
Earth system trends



OECD: aktuell 38 Mitgliedsstaaten vor allem westlicher Industriestaaten sowie mittlerweile einiger Schwellenländer (Juli 2024; vgl. OECD 2024a) mit insgesamt 1,38 Mio. Menschen in 2022 (OECD 2024b); BRICS: Zusammenschluss schnell wachsender Volkswirtschaften, die im Jahr 2022 45% der Weltbevölkerung mit rund 3,6 Milliarden Menschen repräsentieren (Destatis 2024c); Quelle der Abbildung: Bai 2016, S. 356 nach Steffen et al. 2015a, S. 6.

Abbildung 2-1: Sozio-ökonomische Trends (1750-2000), differenziert nach OECD, BRICS und sonstigen Ländern der Welt

Einer der „sozio-ökonomischen Trends“, der für die menschlichen Auswirkungen in geophysikalischer Größenordnung ursächlich ist, ist der Verkehrssektor mit der rasanten Zunahme an motorisierten Fahrzeugen seit den 1950er Jahren (Abbildung 2-1, „Transportation“), allen voran die „explosionsartige Vermehrung der Autos“ (Janson 2022; Abbildung 2-2). Eine Übertragung unserer Produktions- und Konsummuster auf künftig neun Milliarden Menschen macht deutlich, dass dies „die ökologische und an vielen Stellen auch soziale Tragfähigkeit der Erde weit überschreiten (würde)“ (RNE 2024, S. 3) – das gilt gerade auch für ein auf den Privat-Pkw fokussiertes Verkehrssystem.



Quelle der Abbildung: Janson 2022, <https://de.statista.com/infografik/28842/pkw-bestand-in-deutschland/>, CC BY-ND 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de>)

Abbildung 2-2: „Die explosionsartige Vermehrung der Autos“: Die Entwicklung des Pkw-Bestands in Deutschland seit 1907

Schon in den 1970er Jahren zeigte die Studie „Grenzen des Wachstums“ an den Club of Rome auf der Basis von Computersimulationen aus einer „big picture“-Perspektive die immensen Folgen eines ungebremsen Wirtschafts- und Bevölkerungswachstums auf unser Erdsystem, mit der möglichen Folge eines Zivilisationskollapses bis um das Jahr 2050 (Meadows et al. 1972). Aufgrund der Ergebnisse der Studie, die in Folgestudien verfeinert und in ihren Grundannahmen und -ergebnissen bestätigt worden sind (Meadows et al. 2007), forderten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zum Schutz des zivilisatorischen Zusammenlebens der Menschheit eine „praktische und geistige Umwälzung kopernikanischen Ausmaßes“ (Meadows et al. 1972, S. 175), das „ein außergewöhnliches Maß von Verständnis, Vorstellungskraft und politischem und moralischem Mut“ erfordere, wovon sie aber glaubten, „dass diese Anstrengungen geleistet werden“ könnten (ebd., S. 172 f.).

Trotz der frühen Mahnungen über die Grenzen des Wachstums und weiterer (populär-)wissenschaftlicher Studien mit zunehmend radikalen Wende-Forderungen sowohl für eine nachhaltige Entwicklung insgesamt als auch für den Verkehrsbereich,⁴ geht die „große Beschleunigung“ bislang fast ungebremst weiter. Das zeigt sich sowohl an den global weiterhin zunehmenden Treibhausgasemissionen (Crippa et al. 2023; Latif nach Volkswagen Stiftung 2022) als auch am

⁴ Vgl. z.B. Wolf 1989; Monheim & Monheim-Dandorfer 1990; King & Schneider 1992; Hesse 1995; Weizsäcker et al. 1997; Rammler 2017; Wolf 2019; Hennicke et al. 2021; Tannenhauer 2021; Dixon-Declève et al. 2022: Erfordernis außergewöhnlicher Kehrtwende im Sinne von „Riesensprüngen“ („Giant Leaps“) gegenüber dem Szenario eines „Too little too late“-Handelns (S. 45-78), Reutter & Reutter 1996; Wetzchewald 2023a; Diehl 2024.

weiterhin zunehmendem Pkw-Besitz: global⁵ und auch in Deutschland⁶ (Destatis 2023). Die dynamische Entwicklung des Pkw-Bestands wird künftig umso drastischer ausfallen, wenn die Länder nachholender Entwicklung den gleichen nicht-nachhaltigen, autoorientierten Entwicklungspfad beschreiten sollten wie reiche Industrienationen vor ihnen und ihr Verkehrssystem „autogerecht“ entwickeln. Reichen Industrienationen kommt daher nicht nur eine besondere historische Verantwortung zur schnellen und umfassenden Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen zu, die ihren Wohlstand begründen, sondern auch zur Entwicklung eines nachhaltigkeitsorientierten Verkehrssystems, das mit deutlich weniger Autoverkehr als heute organisiert werden kann und auch anderen Ländern aufzeigt, dass ein vom Auto unabhängiges Verkehrssystem erstrebenswert ist, da es die Zukunftsfähigkeit unsers Planeten Erde innerhalb globaler Belastungsgrenzen sichert.

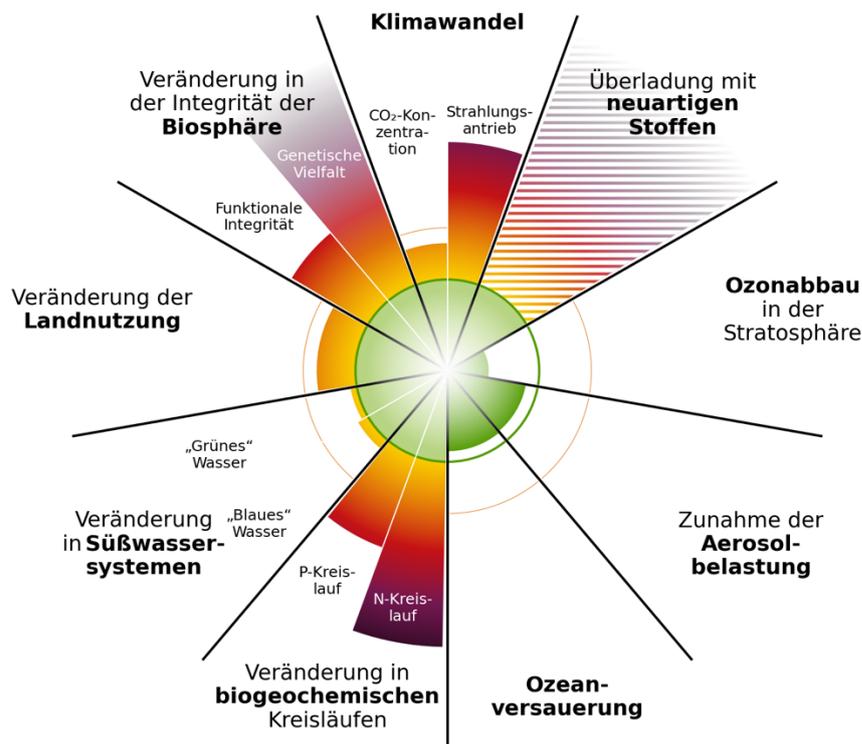
2.1.2 Planetare Belastungsgrenzen

In den Nachhaltigkeitswissenschaften werden planetaren Belastungsgrenzen zunehmend als leitgebende Planken für unsere wirtschaftlichen Aktivitäten aufgezeigt und konkretisiert. Das Konzept der Planetaren Grenzen (Rockström et al. 2009; Steffen et al. 2015b; Richardson et al. 2023) definiert neun biophysikalische Systeme und Prozesse, „die das Funktionieren lebenserhaltender Systeme auf der Erde regulieren und damit letztlich die Stabilität und Widerstandsfähigkeit des Erdsystems bestimmen“ (PIK 2024, o.S.). Gemeinsam sollen sie einen sicheren Handlungsraum des Erdsystems für den Menschen aufzeigen („A safe operating space for humanity“, Rockström et al. 2009), von denen eine der Klimawandel ist (vgl. Kapitel 2.1.3). Aktuell gelten sechs der neun Planetaren Grenzen als überschritten⁷ (vgl. Abbildung 2-3). Das Konzept der planetaren Grenzen ist hilfreich, um zu verstehen, dass der Verkehrssektor nicht nur den Klimawandel mitverursacht, sondern wesentliche negative Effekte auf alle neun planetaren Belastungsgrenzen hat und somit den sicheren Handlungsraum für den Menschen auf dem Planeten Erde gefährdet.

⁵ Weltweiter Autobestand im Jahr 2023: 1,313 Mrd. Personenkraftwagen (UBA 2024g).

⁶ Pkw-Bestand in Deutschland zum 1.1.2024: 49,1 Mio. Pkw (+0,7% gegenüber dem Vorjahr); davon 1,4 Mio. Elektro-Pkw (BEV) (=2,9%) (KBA 2024).

⁷ Die sechs überschrittenen Planetaren Grenzen sind: der Klimawandel, die Überladung mit neuartigen Stoffen, die Veränderung der biogeochemischen Kreisläufe (Stickstoff- und Phosphorkreisläufe), die Veränderung von Süßwassersystemen („blaues“ und „grünes“ Wasser), die Änderung der Landnutzung und Veränderungen in der Integrität der Biosphäre. Durch das Überschreiten der planetaren Grenzen steigt das Risiko der langfristigen Destabilisierung lebenserhaltender Systeme auf der Erde. Die drei planetaren Grenzen Klimawandel, biogeochemische Kreisläufe und Veränderungen in der Integrität der Biosphäre gelten sogar als so weit überschritten, dass Hochrisikobereiche erreicht wurden (PIK 2024).



Quelle der Abbildung: PIK 2024 nach Richardson et al. 2023. Die Längen der „Tortenstücke“ repräsentieren „den aktuellen Zustand in Bezug auf die Planetare Grenze (grüne Linie) und die Hochrisikolinie (orangene Linie). Ein weiches Auslaufen der Länge deutet den Unsicherheitsbereich an. Schraffierung bedeutet, dass jenseits der planetaren Grenze keine quantitative Bestimmung des aktuellen Zustands möglich ist“ (PIK 2024, o.S.).

Abbildung 2-3: Planetare Belastungsgrenzen des Erdsystems

Die Zusammenhänge zwischen dem Verkehrssektor und dem Überschreiten globaler Belastungsgrenzen sind komplex und nicht einfach zu erkennen,⁸ weshalb sie explizit erläutert werden sollten, um die Erfordernis für einen grundlegenden Wandel unserer Verkehrssysteme mit deutlich weniger Autoverkehr zu verstehen. So beschleunigt die, auch vom Verkehr verursachte, menschengemachte Erderwärmung gleichzeitig die an sie gekoppelte, existenzielle „Zwillingskrise“ des Artensterbens (IPCC 2023, S. 16; Pörtner et al. 2023), die auch als „sechstes Massenaussterben“ bezeichnet wird (Ceballos et al. 2015) und zunehmend die Lebensgrundlage der Menschen bedroht (IPBES 2019). Der Verkehr trägt dabei u.a. durch Landschaftszerstörung in einem „bisher völlig unterschätzten“ Umfang (Holzapfel nach Wille 2024, o.S.; vgl. auch Donald 2023) zur Zerstörung von Biotopen und der Ausrottung von Tierarten bei. Oder: „Traffic may be as important as industrial farming for destroying wildlife“ (Smith 2023, o.S.). Der Verkehr verursacht durch Reifenabrieb zudem etwa ein Drittel des gesamten Mikroplastikaufkommens (ca. 100.000 Tonnen jährlich) und verschmutzt Böden, Gewässer und Meere – mit bislang unbekanntem Folgen sowohl für Ökosysteme (Öko-Institut 2020; vgl. auch

⁸ Vgl. Öko-Institut 2020 zum Reifenabrieb: „Von den meisten Menschen unbemerkt sind Fahrzeugreifen die größten Verursacher von Kunststoffpartikeln in der Umwelt“ (o.S.).

UBA 2020a, S. 24) als auch für den Menschen durch Einträge in die Nahrungsmittelkette (GEO 2024) und durch Feinstaubbelastungen aus Reifenabrieb (GEO 2024). Gerade in Städten sind Menschen den vom Verkehr emittierten Luftschadstoffen in unmittelbarer Wohnlage ausgesetzt.⁹ Die Europäische Umweltagentur schätzt die Anzahl der vorzeitigen Todesfälle in Deutschland aufgrund von PM_{2,5}-Feinstaubkonzentrationen von über 5 µg/m³ auf 32.000 pro Jahr (39 je 100.000 Einwohner*innen, vgl. EEA 2023b), sowie weitere Todesopfer aufgrund von Stickstoffdioxid-Belastung (EU: 49.000 vorzeitige Todesopfer) und erhöhten Ozonwerten, die durch Verkehrsemissionen mitverursacht werden (EU: 24.000 vorzeitige Todesfälle) (ebd.). Tabelle 8-2 im Anhang gibt einen systematischen Überblick der Zusammenhänge zwischen Verkehr und den neun planetaren Grenzen.

2.1.3 Menschengemachte Erderwärmung

„Temperatures during 2023 likely exceed those of any period in at least the last 100,000 years“ (stellvertretende Copernicus-Direktorin Samantha Burgess 2024 nach Copernicus 2023, o.S.)

Der menschenverursachte Klimawandel (IPCC 2023) ist die größte und akuteste Bedrohung für das Wohlergehen und den Fortbestand der Menschheit (Lenton et al. 2019; Schellnhuber in Wille 2020) sowie eine enorme Gesundheits- und Sicherheitsbedrohung (Auswärtiges Amt 2024; Scheffran et al. 2015; World Economic Forum 2024 a&b; WHO 2023). Die Folgen des Klimawandels wirken sich bereits heute „mit hoher Sicherheit“ (IPCC 2023, S. 5)¹⁰ auf viele Wetter- und Klimaextreme in allen Regionen der Welt aus, die Mensch, Ökosystem und die Wirtschaft immer deutlicher zu spüren bekommen – wie die Starkregenereignisse im Ahrtal und in NRW mit mindestens 184 Todesopfern (Seidel et al. 2023)¹¹, erhöhten Hitzetodesfallzahlen¹², durch Wassermangel aufgeworfene Verteilungsfragen zwischen Bevölkerung, Energiewirtschaft und Landwirtschaft in Deutschland und Südeuropa (Joeres 2023 a & b; Zdrzalek 2023), wirtschaftliche Einbußen durch niedrige Wasserstände in Flüssen und verringerte Frachtkapazitäten von Schiffen (tagesschau.de 2023b), zunehmende Waldbrände mit zahlreichen kurzfristigen und langfristigen Todesfällen durch die dabei freigesetzten Luftschadstoffe¹³ (Connolly, Rachel et al. 2024; Cunningham et al. 2024) und die Flutkatastrophe in Pakistan 2022 aufgrund eines durch den Klimawandel intensivierten Monsunregens (WWA 2022), bei dem ein Drittel des Landes überflutet und rund 1,7 Millionen Häuser zerstört wurden (WWA 2022; BpB 2022a). Perspektivisch zeigen wissenschaftliche Studien, dass bis zum Ende des 21. Jahrhunderts weite Teile der Erde außerhalb der „Klima-Nische“ des Menschen liegen könnten,¹⁴ d.h. für den

⁹ Obwohl sich die planetaren Grenzen explizit nur auf erdsystemische Stabilität und Resilienz beziehen und nicht auf menschliche oder ökosystemare Gesundheit (Richardson et al. 2023, S. 6), werden im Folgenden aufgrund der Relevanz für diese Arbeit auch über erdsystemische Faktoren hinausgehende Aspekte aufgeführt (z.B. Gesundheit, Lebensqualität in der Stadt).

¹⁰ Vgl. auch Attributions- bzw. Zuordnungsforschung (Otto 2017; DBU 2023; Zachariah et al. 2023; World Weather Attribution 2023).

¹¹ Einer Studie der Attributionsforschung zufolge erhöht der bereits eingetretene Klimawandel in Deutschland die Intensität des Starkregenereignisses um ca. 3 bis 19 Prozent und die Wahrscheinlichkeit eines Starkregenereignisses um einen Faktor von 1,2 bis 9 (World Weather Attribution 2021, o.S.).

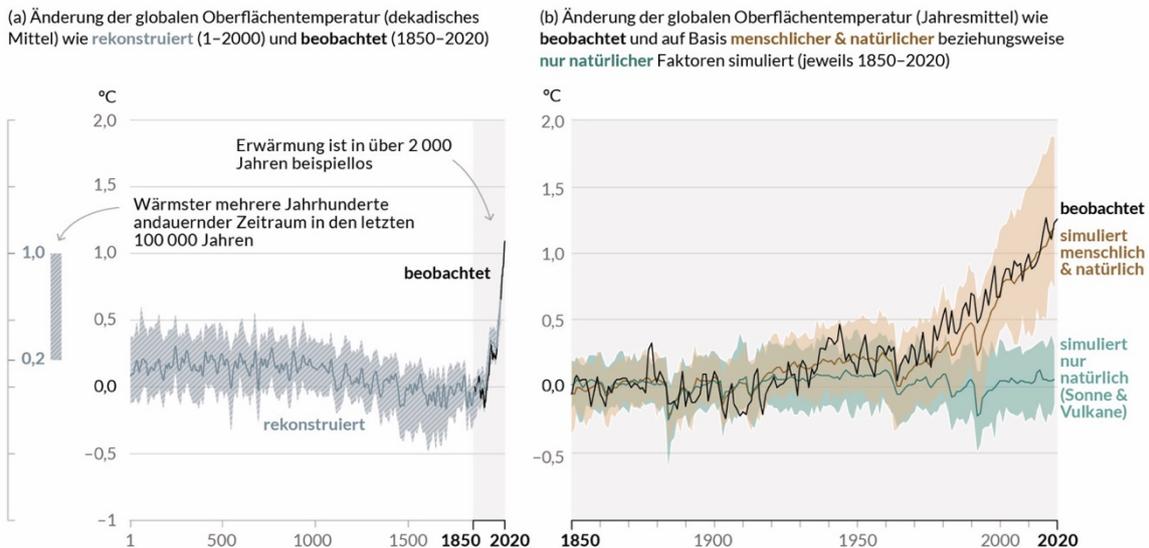
¹² Hitzebedingte Sterbefälle in Deutschland 2018: etwa 8.700; 2019: etwa 6.900; 2020: etwa 3.700; 2021: keine signifikant erhöhte Übersterblichkeit (Winklmayr et al. 2022).

¹³ So reichten die bei den enormen kanadischen Waldbränden entstandenen gesundheitsschädlichen Luftschadstoffe bis in den dicht besiedelten Norden der USA (u.a. New York City) sowie über die atmosphärische Zirkulation bis nach China und Europa (Wang et al. 2024).

¹⁴ Bei einem Temperaturanstieg um 2,7°C würde dies rund ein Drittel der Menschen betreffen, bei einem Temperaturanstieg um 4,4°C sogar die Hälfte der Menschen (Lenton et al. 2023, S. 1237 & 1243).

Menschen unbewohnbar werden könnten (Lenton et al. 2023),¹⁵ was u.a. mehr als eine Milliarde in Indien und Pakistan lebende Menschen betreffen (ebd., S. 1241) und enorme Klimaflüchtlingsströme nach sich ziehen kann. Die aufgezeigten Risiken stellen elementare Risiken für den gesellschaftlichen Frieden dar und rücken Zivilisationszusammenbrüche und die Auslöschung der Menschheit in das Spektrum des Denkbaren (Diamond 2005). Das unterstreicht die epochale Menschenaufgabe für eine schnelle und umfassende Transformation unserer Weltwirtschaft in Richtung Klimaneutralität.

Änderungen der globalen Oberflächentemperatur gegenüber 1850–1900



AR6-WGI Abbildung SPM.1
Quelle: IPCC – Deutsche Koordinierungsstelle 2023, o.S.

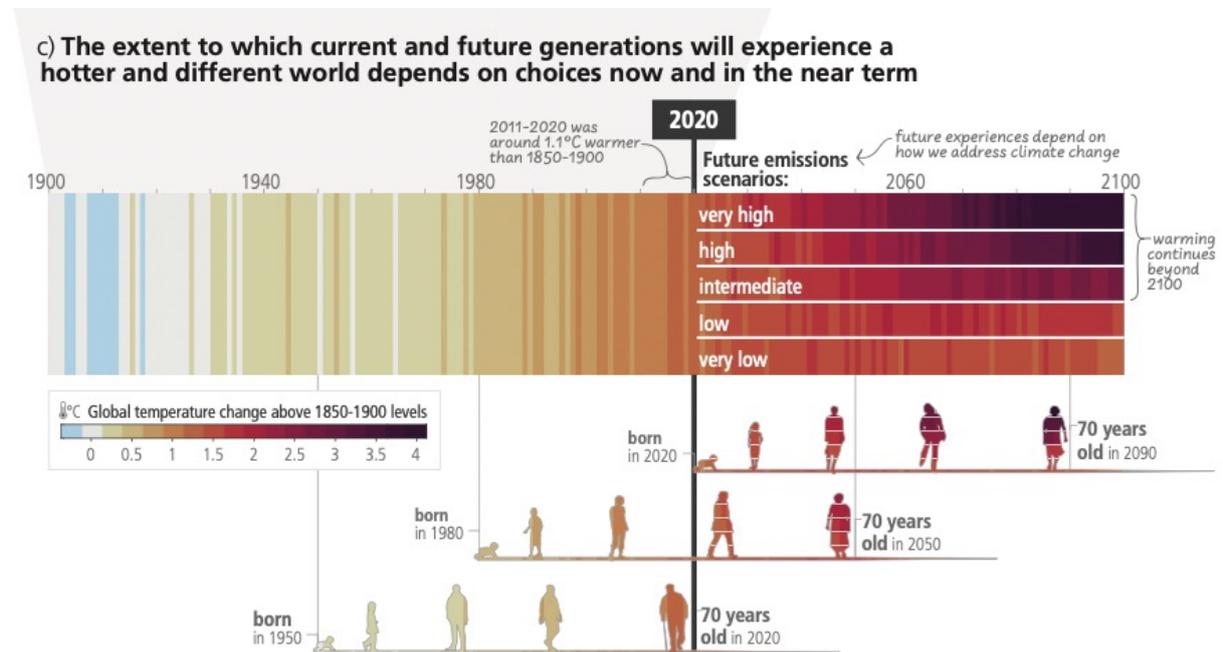
Abbildung 2-4: Entwicklung der durchschnittlichen globalen Oberflächentemperatur in den Jahren 1 bzw. 1850 bis 2020

Genau jetzt befinden wir uns in einer Phase der dynamischen Beschleunigung des Klimawandels, bei der die weitere Entwicklung und die damit verbundenen Folgen noch vollkommen offen sind. So war die Dekade 2011 bis 2020 das wärmste je aufgezeichnete Jahrzehnt und liegt 1,1°C über dem „vorindustriellen Niveau“¹⁶ des Zeitraums 1850 bis 1900 (WMO 2023; Abbildung 2-4). In Deutschland gab es 2019 einen neuen, gesundheitsgefährdenden Hitzerekord (41,2°C am 25.7.2019, vgl. DWD 2020). Das Jahr 2023 war mit einer globalen Durchschnittstemperatur von 1,48°C gegenüber dem Zeitraum 1850-1990, auch begünstigt durch das Wetterphänomen El-Niño, so warm wie mindestens die letzten 100.000 nicht (Burgess nach Copernicus 2024a). Im Zeitraum von Februar 2023 bis Januar 2024 lag die globale Durchschnittstemperatur erstmals 12 Monate durchgängig über 1,5°C gegenüber dem Zeitraum 1850-1900 (1,52 °C; Copernicus 2024d)¹⁷. Und der Mai 2024 ist der 12. Monate in Folge mit Rekordtemperaturen (Copernicus 2024e; Abbildung 8-1 im Anhang). Viele weitere Temperaturrekorde

¹⁵ Vgl. zudem die Computeranimation „Wo unsere Erde unbewohnbar wird“ (Berliner Morgenpost o.J.).
¹⁶ Den Zeitraum 1850 bis 1900 nimmt der IPCC als „vorindustriellen“ Vergleichszeitraum für die menschenverursachte globale Erderwärmung. Schuerer et al. (2017) machen darauf aufmerksam, dass die Industrialisierung bereits deutlich vor dem vom IPCC angesetzten Vergleichszeitraum der Jahre 1850 bis 1900 begonnen hatte und berechnen, dass die globale Oberflächentemperatur in diesem Zeitraum bereits um bis zu 0,2 Grad über dem wirklichen „vorindustriellen“ Niveau gelegen haben kann.
¹⁷ Im Zeitraum März 2023 bis Februar 2024 lag die durchschnittliche globale Erderwärmung noch höher bei 1,56°C gegenüber dem Zeitraum 1850-1900 (Copernicus 2024c).

könnte man dominoartig in diese Aufzählung einordnen, wie z.B. die tödliche Rekordhitze in Indien (Frühjahr 2024; tagesschau.de 2024a) oder die einander kontinuierlich übersteigenden Rekorde der Oberflächentemperaturen der Weltmeere (Cheng et al. 2023; Copernicus 2024b).

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler weisen darauf hin, dass sich die globale Erderwärmung im komplexen Erdsystem stark beschleunigen kann, wenn selbstverstärkende klimatische Kippunkte erreicht werden (z.B. Auftauen des Permafrosts, Absterben borealer Wälder und des Amazonas-Regenwaldes, Abschmelzen der Polkappen; Lenton et al. 2007, Steffen et al. 2018, S. 8255; vgl. Abbildung 8-2 im Anhang). Klimatische Kippunkte können abrupte und irreversible Dominoeffekte auslösen (kaskadische Kippdynamiken) und die Welt auf einen Pfad in Richtung Heißzeit bringen mit einer globalen Erderwärmung von weit über 2°C („hothouse earth“, Steffen et al. 2018, S. 8253) – und unabsehbaren Folgen für globale Ökosysteme und die Menschheit. Atmosphärisch bedingte Wetterphänomene wie Hitzekuppeln, die durch veränderte Jet Stream Strömungen verursacht werden, können klimawandelbedingte Temperaturzunahmen zudem lokal und (über-)regional verstärken, wie 2021 im kanadischen Lytton, wo ein neuer kanadischer Hitzerekord von 49,6 Grad gemessen wurde – vier Grad über dem bis dahin bestehende kanadische Hitzerekord aus dem Jahr 1937 (Heintz 2021). In städtischen Gebieten können aufgrund des hohen Anteils versiegelter und bebauter Flächen noch höhere Temperaturen um „weit mehr als 10°C“ gegenüber dem Umland eintreten (urbaner Hitzeinsellekt, vgl. Landeshauptstadt Stuttgart o.J.) – was die besondere Vulnerabilität unserer heutigen Stadtstrukturen mit hohen Versiegelungsgraden und geringen Grünflächenanteilen aufzeigt.



Quelle: IPCC 2023, S. 7

Abbildung 2-5: Ausmaß, mit dem derzeitige und kommende Generationen eine heißere Erde erleben werden in Abhängigkeit unterschiedlicher Szenarien zur Höhe der künftigen menschengemachten Erderwärmung

Der 6. Sachstandsbericht des IPCC unterstreicht die Rolle, die sofortiges Handeln zur Reduktion der Treibhausgasemissionen einnimmt, um das Ausmaß der globalen Erderwärmung zu begrenzen – nicht nur für künftige Generationen, sondern ganz konkret für uns selber und unsere schon heute lebenden Kinder und Enkelkinder (Abbildung 2-5; vgl. auch WHO 2022), weil:

*„Das Klima, das uns erwartet, wird sehr, sehr anders sein als das Klima,
in dem wir aufgewachsen sind“
(Copernicus-Direktor Carlo Buontempo 2023 nach dpa 2023)*

2.1.4 Globale Klimaschutzziele und unzureichende Treibhausgasemissionspfade

*„Every tenth of a degree global heating matters. Every year matters.
Every choice matters.“ (Stiell nach UNFCCC o.J.)*

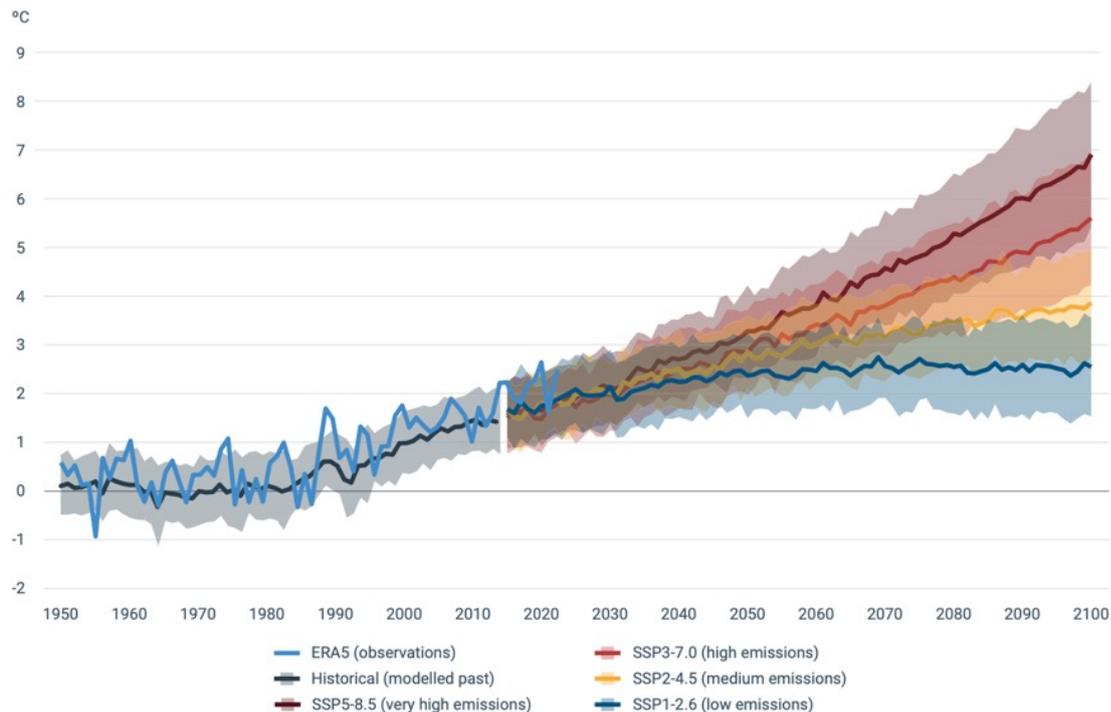
Mit dem Pariser Klimaabkommen (UN 2015a) gibt es erstmals ein völkerrechtlich bindendes Abkommen mit dem Ziel, die durchschnittliche Erderwärmung deutlich unter 2 °C gegenüber dem vorindustriellem Niveau zu begrenzen und Anstrengungen zu unternehmen, um den Temperaturanstieg auf 1,5°C über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen.¹⁸ Der weltweite Scheitelpunkt der Treibhausgasemissionen soll „so bald wie möglich“ erreicht werden und in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts soll ein Gleichgewicht zwischen den von den Menschen verursachten Treibhausgasemissionen und deren Abbau durch natürliche Senken (Treibhausgasneutralität) erreicht werden (ebd., Artikel 4 (1)). Zum Erreichen der Ziele legen die Vertragsparteien eigenständig nationale Klimaschutzbeträge fest (Nationally Determined Contributions, NDCs), die alle fünf Jahre fortgeschrieben und gesteigert werden sollen („Ambitionsmechanismus“, BMWK 2024a). Die erste Evaluation der NDCs („Global Stocktake“) ergab, dass die Weltgemeinschaft noch weit von einem Politikpfad entfernt ist, der die Einhaltung der völkerrechtlich verbindlichen Pariser Klimaschutzziele ermöglicht und die menschenverursachte Erderwärmung auf deutlich unter 2°C, möglichst auf 1,5 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau begrenzt (UNFCCC 2023, S. 5). Nachdem der IPCC-Bericht aus dem Jahr 2018 noch die Relevanz der Einhaltung der 1,5°C-Grenze gegenüber einer Erderwärmung um 2 Grad Celsius oder mehr unterstrichen hatte, um den für Mensch und Ökosystem existenziellen und unumkehrbaren Folgen des Klimawandels entgegenzuwirken (IPCC 2018), wird im 6. Sachstandsbericht des IPCC nur fünf Jahre später hinsichtlich der bisher erfolgten Emissionsminderungen und der bislang zugesagten nationalen Klimaschutzbeträge (NDCs) die Einhaltung der 1,5°C-Grenze für kaum noch einhaltbar eingeschätzt (IPCC 2023, S. 12; vgl. auch UNEP 2023, S.V). Mit den bis Ende des Jahres 2020 von den Nationalstaaten beschlossenen Maßnahmen werde laut Szenarien eine globale Erderwärmung um 3,2 Grad Celsius¹⁹ bis zum Jahr 2100 erfolgen (IPCC 2023, S. 11). Berechnungen der Europäischen Umweltagentur zeigen, dass die Spannweite möglicher Temperaturentwicklungen in Europa, wo sich die Atmosphäre schneller erwärmt als im globalen Durchschnitt, auch +8 °C bis zum Ende des Jahrhunderts betragen könne (EEA 2024, S. 6; vgl. Abbildung 2-6). Laut IPCC könne das Überschreiten der 1,5 Grad-Grenze bereits Ende der 2020er Jahre erfolgen bzw. mit 40 bis 60 prozentiger Wahrscheinlichkeit dauerhaft ab dem Jahr 2030 (IPCC 2023, S. 12).

¹⁸ Aktuell haben das Abkommen 195 von 198 Vertragsparteien der UN ratifiziert, darunter auch Deutschland und die EU (Stand: Januar 2024).

¹⁹ Spannweite: 2,2 bis 3,5 Grad Celsius.

Kapitel 2 – Warum Verkehrsverlagerung?

Der IPCC unterstreicht, dass die Weltgemeinschaft die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse zur kaum noch einhaltbaren 1,5 Grad-Grenze nicht zum Anlass für Resignation und Hoffnungslosigkeit nehmen sollte, sondern als einen Aufruf für ein umso entschlosseneres, massiv beschleunigtes und bisher einmaliges Handeln mit zu erhöhenden nationalstaatlichen Beiträgen²⁰ (NDCs): „Now is the time to rapidly accelerate action (...) to make progress in this critical decade“ (UNFCCC 2023, S. 4). Oder, wie es der UNEP Emissions Gap Report 2023 formuliert: „(...) unprecedented action is now needed by all countries“ (UNEP 2023, S. IV).



Relative Temperaturabweichungen gegenüber vorindustriellem Niveau. Die modellierten Pfade zeigen Durchschnittswerte und Unsicherheitsintervalle. Quelle: Copernicus Climate Change Service nach EEA 2024, S. 6.

Abbildung 2-6: Bisherige und künftig mögliche Entwicklungspfade der durchschnittlichen Temperatur über europäischen Landflächen bis 2100

²⁰ Die Möglichkeit zur Steigerung der Ambitionsniveaus zur Treibhausgasreduktion durch die Nationalstaaten ist im Pariser Klimaabkommen explizit vorgesehen (Artikel 4, Nr. 11): „A Party may at any time adjust its existing nationally determined contribution with a view to enhancing its level of ambition (...)“ (UN 2015a, S. 5).

2.1.5 Die Ambitions- und Umsetzungslücke deutscher Klimaschutzpolitik

„Unseren Klimaklagen gegen die Bundesregierung liegen zwei simple Feststellungen zu Grunde: 1. Die deutschen Klimaziele sind nicht ambitioniert genug, um die völkerrechtlich verbindlichen Ziele des Pariser Klimaschutzabkommens einzuhalten. 2. Die bisher getroffenen und geplanten Maßnahmen sind nicht einmal ausreichend, um diese zu wenig ambitionierten Klimaziele zu erreichen“ (Deutsche Umwelthilfe o.J., o.S.)

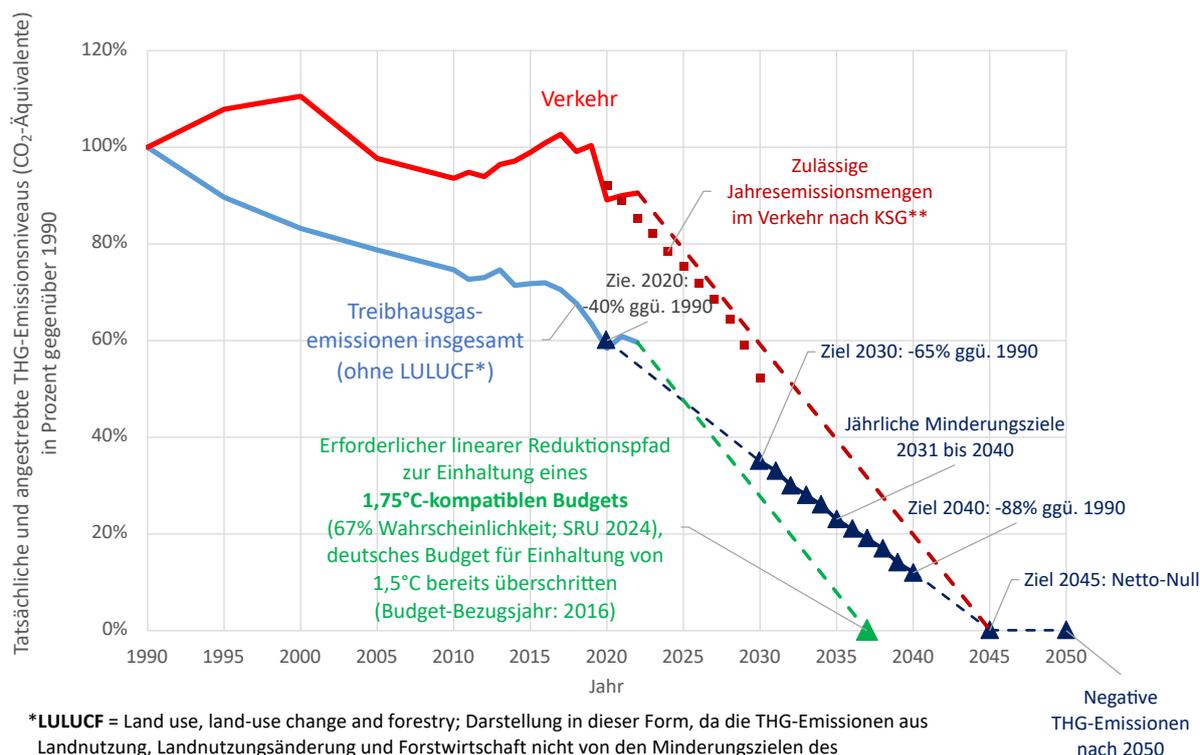
Ambitionslücke

Seine nationalen Klimaschutzziele hat Deutschland 2019 in seinem Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) erstmals verbindlich festgeschrieben und als Reaktion auf den Beschluss des Bundesverfassungsgerichts vom 24.3.2021 (BVerfG 2021) verschärft. Das Bundesverfassungsgericht hatte wesentlichen Teilen der Verfassungsbeschwerden von neun jungen Menschen Recht gegeben und geurteilt, dass das zu dem damaligen Zeitpunkt gültige Deutsche Klimaschutzgesetz in Teilen verfassungswidrig ist, da es unvereinbar sei mit den Freiheitsgrundrechten von vor allem junger Menschen und künftiger Generationen. Der jetzigen Generation dürfe nicht zugestanden werden, „unter vergleichsweise milder Reduktionslast große Teile des CO₂-Budgets zu verbrauchen, wenn damit zugleich den nachfolgenden Generationen eine radikale Reduktionslast überlassen und deren Leben umfassenden Freiheitseinbußen ausgesetzt würde“ (ebd., o.S.). Das Thema der Generationengerechtigkeit erhielt durch das höchstrichterliche Urteil ein neues, konkretes Gewicht für eine zeitnahe und ambitionierte Umsetzung von Klimaschutz. Die Klimaschutzziele der Bundesregierung wurden auf den Beschluss des Bundesverfassungsgerichts hin erhöht: von -55% auf -65% bis zum Jahr 2030 gegenüber 1990, auf -88% bis 2040 sowie Treibhausgasneutralität (netto-null) bis zum Jahr 2045 statt 2050 sowie negative Treibhausgasemissionen nach dem Jahr 2050 (§3 KSG; vgl. Abbildung 2-7). Darüber hinaus wurden die Minderungsziele für die einzelnen Sektoren²¹ verschärft.

Zivilgesellschaftliche Organisationen wie die Deutsche Umwelthilfe halten die Verschärfung des KSG angesichts der völkerrechtlichen Verpflichtung der Bundesrepublik Deutschland zur Begrenzung der globalen Erderwärmung auf „deutlich unter 2 Grad, möglichst 1,5 Grad Celsius“ jedoch nicht für ausreichend und forderten eine Anpassung der Klimaschutzziele im KSG auf mindestens -70% bis 2030 gegenüber 1990 und Treibhausgasneutralität bis spätestens 2040 (Deutsche Umwelthilfe 2021, S. 2). António Guterres, Generalsekretär der Vereinten Nationen, forderte anlässlich der Veröffentlichung des Sechsten IPCC-Sachstandsberichts mit neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse zum rasanten Fortschreiten der „Klima-Zeitbombe“ und anlässlich des „Quantensprungs“ an Klimaschutzmaßnahmen, die erforderlich seien, dass reiche Industrienationen Netto-Klimaneutralität „as close as possible to 2040“ erreichen sollten (Guterres nach UN 2023) – also bereits ein halbes Jahrzehnt früher als das bisherige Treibhausgasneutralitätsziel der Bundesregierung bis spätestens 2045.

²¹ Zulässige Jahresemissionsmengen werden für die folgenden sechs Sektoren definiert: 1. Energiewirtschaft, 2. Industrie, 3. Gebäude, 4. Verkehr, 5. Landwirtschaft, 6. Abfallwirtschaft und sonstiges, vgl. KSG Anlage 2.

Kapitel 2 – Warum Verkehrsverlagerung?



*LULUCF = Land use, land-use change and forestry; Darstellung in dieser Form, da die THG-Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft nicht von den Minderungszielen des Bundes-Klimaschutzgesetzes erfasst werden.

** KSG = Bundes-Klimaschutzgesetz vom 18.12.2019, zuletzt geändert am 18.08.2021. Der Bundestag hat am 26.04.2024 die Abschaffung der sektorspezifischen Jahresemissionen beschlossen, was am 26.05.2024 vom Bundesrat gebilligt wurde. Die Ausfertigung der beschlossenen Gesetzesnovelle durch den Bundespräsidenten ist aber noch nicht erfolgt (Stand 16.06.2024).

Datenquellen: UBA (2023): Tabellen "Emissionsübersichten nach Sektoren des Bundesklimaschutzgesetzes", Stand: 15.03.2023.

Zielsetzung -40% bis 2020 siehe Energiekonzept 2010 (BMWi & BMU 2010, S. 5)

Zielsetzungen 2030-2050 und zulässige Jahresemissionsmengen nach Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG).

Beispielhafter 1,75°C-kompatibler Reduktionspfad nach SRU (2024): Wo stehen wir beim CO₂-Budget? Eine Aktualisierung.

Stellungnahme vom März 2024. Berlin.

Eigene Abbildung in Anlehnung an Reutter 2018 in Reutter et al. 2018, S. 8, eigene Weiterentwicklung.

Abbildung 2-7: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland insgesamt und im Verkehrsbereich, Minderungsziele und beispielhafter 1,75 °C-kompatibler Reduktionspfad

Der CO₂-Budgetansatz des Sachverständigenrats für Umweltfragen (SRU) offenbart ebenfalls die deutliche Ambitionsücke der bisherigen deutschen Klimaschutzpolitik. So hat Deutschland sein CO₂-Budget, das der SRU nach dem Prinzip der internationalen Verteilungsgerechtigkeit für das Referenzjahr²² 2016 für einen gerechten Beitrag²³ zur Einhaltung der 1,5 Grad-Grenze

²² Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) hat aus den globalen Temperaturgrenzen des Pariser Klimaabkommens ein deutsches CO₂-Budget für das Referenzjahr 2016 abgeleitet, d.h. unter Nicht-Berücksichtigung der historischen Verantwortung Deutschlands vor dem formalen Inkrafttreten des Pariser Klimaabkommens im Jahr 2016 (SRU 2022, S. 10). Das vom SRU berechnete CO₂-Budget gibt die Menge CO₂ an, die Deutschland nach dem Prinzip der internationalen Verteilungsgerechtigkeit (Bezugspunkt: Bevölkerungsanteil an der Weltbevölkerung) für einen angemessenen Beitrag zur Einhaltung der Temperaturgrenzen laut Pariser Klimaschutzabkommen noch emittieren dürfte (SRU 2020, 2022, 2024 a&b).

²³ Mit dem CO₂-Budgetansatz wähle der SRU einen „pragmatischen“ Mittelweg zwischen dem Verursacherprinzip und den strukturellen Abhängigkeiten von fossilen Infrastrukturen (SRU 2024b, S. 2). So wäre das für Deutschland verfügbare CO₂-Budget auch für eine 1,75°C-Temperaturgrenze bereits seit vielen Jahren aufgebraucht, wenn ein Budgetansatz das Verursacherprinzip stärker betonen würde und als Referenzjahr statt 2016 das Jahr 1992 wählen würde, in dem die Klimarahmenkonvention der UN als Grundlage der internationalen Klimapolitik verabschiedet und von 154 Staaten unterzeichnet wurde (ebd., S. 3). Würde ein Budgetansatz hingegen die Abhängigkeit von Industrieländern von fossilen Infrastrukturen mit höheren gegenwärtigen Emissionen stärker berücksichtigen,

abgeleitet hat, bereits im März 2024 aufgebraucht (SRU 2024 a&b). Um nach dem Budgetansatz zumindest noch einen gerechten Beitrag zur Einhaltung einer 1,75°C-Grenze²⁴ zu leisten (bei 67% Wahrscheinlichkeit), müsste Deutschland mit dem dafür noch verfügbaren maximalen CO₂-Budget (3,9 Gigatonnen CO₂) schon bis spätestens im Jahr 2037 netto-treibhausgasneutral sein (ebd.), also bereits in 13 Jahren (vgl. Abbildung 2-7).

Umsetzungslücke

*„In Summe können wir die von den Projektionsdaten 2024 ausgewiesene kumulierte Zielerreichung für die Jahre 2021 bis 2030 nicht bestätigen, sondern gehen im Gegenteil von einer Zielverfehlung aus“
(Henning nach Expertenrat für Klimafragen 2024a, o.S.)*

Für das Jahr 2020 konnte Deutschland sein Klimaschutzziel von -40% gegenüber 1990 „unverhofft“ (Bauchmüller 2021) einhalten (-40,8%, vgl. Abbildung 2-7), weil die Folgen der Coronapandemie zu „gut einem Drittel“ treibhausgasemissionsreduzierend wirkten (UBA 2021c), vor allem im Energie- und Verkehrsbereich durch Einschränkungen des gesellschaftlichen Lebens und wirtschaftliche Rückgänge (ebd.). Auch die im Jahr 2023 auf -46,1% angestiegenen Treibhausgasreduktionen (UBA 2024b) seien laut wissenschaftlichen Expert*innen-Einschätzungen im Wesentlichen auf begünstigende Rahmenbedingungen wie milde Wintermonate und (ungewollte) Produktionsrückgänge in der energieintensiven Industrie infolge hoher Energiepreise zurückzuführen und nur zu einem kleinen Anteil auf langfristig wirkende Klimaschutzmaßnahmen (Fischedick nach Science Media Center 2024, o.S.). Damit handele es sich um Entwicklungen, die sich in den kommenden Jahren auch wieder umkehren könnten, sollten Wirtschaftsaktivitäten wieder zunehmen (ebd.; vgl. auch Expertenrat für Klimafragen 2024b, S. 9). Auf der Basis von Szenarioberechnungen wählte sich die Bundesregierung im März 2024 „erstmals auf Kurs“, um das Klimaschutzziel für 2030 (-65%) einzuhalten (-64%; BMWK 2024b). Deutliche Zielverfehlungen in den Sektoren Gebäude (um 32 Millionen Tonnen) und Verkehr (um 180 Millionen Tonnen im Zeitraum 2021 bis 2030) würden den Szenarien zufolge durch Übererfüllungen in den Sektoren Energie, Industrie, Landwirtschaft und Abfallwirtschaft/Sonstige ausgeglichen und die sektorübergreifende kumulierte Jahresemissionsgesamtmenge bis 2030 um 47 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente übererfüllt²⁵ (ebd.).

Der Expertenrat für Klimafragen kam bei seiner Prüfung²⁶ dieser Daten jedoch zum Ergebnis, dass mit den derzeit umgesetzten und geplanten Maßnahmen weder das deutsche Klimaschutzziel 2030, noch das Ziel der Netto-Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 oder 2050 erreicht werden würden (Expertenrat für Klimafragen 2024 a & b). Besonders im Verkehr verblieben bis 2030 „erhebliche sektorale Erfüllungslücken“ (Expertenrat für Klimafragen 2024 2023b, S. 9). Die zeitnahe Implementierung zusätzlicher klimapolitischer Maßnahmen solle deshalb geprüft werden (ebd., S. 71).

könne Deutschland pauschal ein 25% größerer Budgetanteil beigemessen werde, als sich nach dem Bevölkerungsanteil ergäbe (ebd., S. 3 f.).

²⁴ Entsprechend des Ziels des Pariser Klimaschutzabkommens, die globale Erderwärmung bei „deutlich unter 2°C zu begrenzen“.

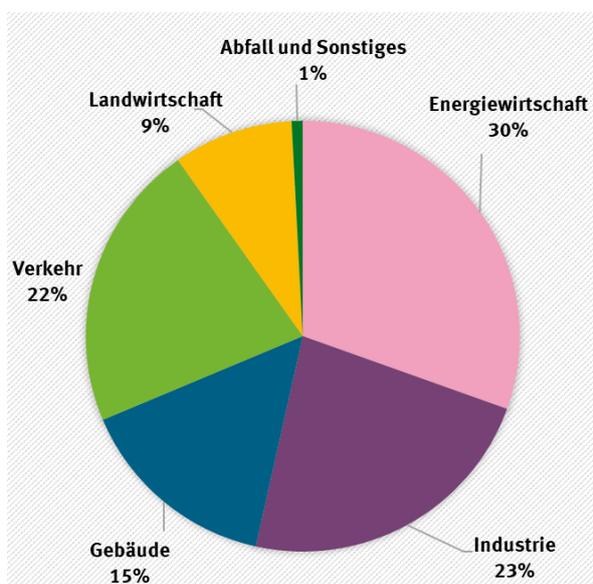
²⁵ Entsprechend der politisch beschlossenen (aber noch nicht ausgefertigten und verkündeten) Aufhebung der sektorspezifisch zulässigen KSG-Jahresemissionsmengen.

²⁶ Bei den Projektionsdaten weist der Expertenrat darauf hin, dass „die Projektion zukünftiger Emissionen (...) naturgemäß mit erheblichen Unsicherheiten verbunden (ist)“ (Expertenrat für Klimafragen 2024a, o.S.).

2.1.6 Verkehr – das nicht-nachhaltige „Sorgenkind“ der Klimapolitik

„Ohne einen Paradigmenwechsel in der Klimaschutzpolitik hin zu einer deutlichen Reduktion des fossilen Kapitalstocks, bei gleichzeitig verstärktem Aufbau eines nicht-fossilen Kapitalstocks und einer verstärkten Hebung von Potenzialen bei den Aktivitäten scheint ein Erreichen des Klimaziele nicht realisierbar“ (Expertenrat für Klimafragen 2022c, S. 29)

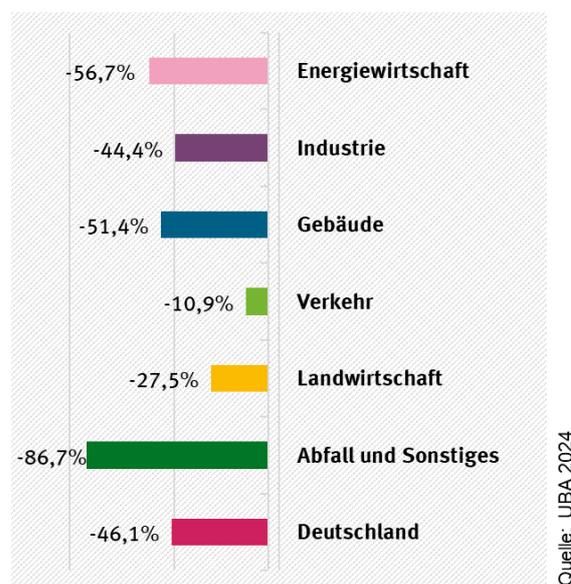
Gegenüber der Gesamtentwicklung der Treibhausgasreduktionen in Deutschland (Kapitel 0) konnte der Verkehrssektor, der im Jahr 2023 für rund 22 Prozent der Treibhausgasemissionen²⁷ auf deutschem Bundesgebiet verantwortlich ist²⁸ (UBA 2024d, o.S.; Abbildung 2-8), seine CO₂-Emissionen von 1990 bis 2023 nur um 10,9 Prozent reduzieren und damit am geringsten im Vergleich zu den anderen Sektoren nach KSG (Abbildung 2-9).



Anmerkung: ohne internationalen Verkehr, vorläufige Daten

Quelle: Umweltbundesamt 2024d

Abbildung 2-8: Anteil der Treibhausgasemissionen nach Sektoren des Klimaschutzgesetzes (KSG) im Jahr 2023



Anmerkung: ohne internationalen Verkehr, vorläufige Daten

Quelle: Umweltbundesamt 2024d

Abbildung 2-9: Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Sektoren des KSG 1990-2023

²⁷ 146 Millionen Tonnen CO_{2eq} (2023, vgl. UBA 2024b). Von den Treibhausgasemissionen des Verkehrs entstehen rund 97% im Straßenverkehr in den drei wesentlichen Kategorien Pkw (60%), Lkw und Busse (28%) und leichte Nutzfahrzeuge (7%) (Expertenrat für Klimafragen 2022c, S. 26).

²⁸ Entsprechend der Bilanzierung des Nationalen Treibhausgasinventars Deutschland sowie nach Anlage 1 des Bundesklimaschutzgesetzes, das die direkten Treibhausgasemissionen des Verkehrs auf deutschem Bundesgebiet erfasst, d.h. die Treibhausgasemissionen von Straßenverkehr, Schienenverkehr, inländischem Schiffsverkehr (Binnen & See) und zivilem inländischen Luftverkehr (UBA 2023a, S. 4). Die Treibhausgasemissionen des internationalen Luftverkehrs und des internationalen Seeverkehrs werden im Treibhausgasinventar nur nachrichtlich dargestellt und sind nicht in den hier dargestellten Daten inbegriffen (ebd.).

In den vergangenen Jahren konnte der Verkehrssektor seine bislang weiterhin gültigen²⁹ zulässigen Jahresemissionsmengen nach dem Bundes-Klimaschutzgesetz (Stand Juli 2024) lediglich im Jahr 2020 einhalten und das im Wesentlichen auch nur durch die massiven Einschränkungen durch die Corona-Pandemie (z.B. Kontaktbeschränkungen, mehr Home Office und Videokonferenzen) (UBA 2021c). In den Jahren 2021 bis 2023 wurden die zulässigen Jahresemissionsmengen nach KSG jeweils überschritten³⁰, was nach §8 KSG die Erfordernis zur Vorlage eines Sofortprogramms für den Verkehrssektor innerhalb von drei Monaten nach Feststellung durch das zuständige Bundesministerium für Digitales und Verkehr auslöste.

Abbildung 2-7 und Tabelle 8-3 (Anhang) geben einen Überblick über die von 2021 bis 2023 überschrittenen Jahresemissionsmengen im Verkehr, die bundespolitischen Reaktionen und die Bewertungen durch den Expertenrat für Klimafragen. Zusammen belegen sie einen fehlenden bundespolitischen Willen im verantwortlichen Bundesministerium, die dringend erforderliche Verkehrswende mit angemessenen bundespolitischen Maßnahmen anzugehen. So umfasste beispielsweise das Sofortprogramm für den Verkehr aus dem Jahr 2022 nur drei Seiten mit sechs Maßnahmen³¹ (BMDV 2022), was der Expertenrat für Klimafragen als „schon im Ansatz“ ohne hinreichenden Anspruch bewertete (2022b). Zudem zeigt Tabelle 8-3 (Anhang), wie die immer größer werdende Lücke zum erforderlichen THG-Minderungspfad im Verkehr in dem politischen Beschluss mündet, die sektorspezifischen zulässigen Jahresemissionsmengen im Rahmen einer KSG-Reform zugunsten einer Gesamtbetrachtung über alle Sektoren abzuschaffen (Bundesregierung 2023; BMWK 2023b).

Die Gutachten des Expertenrats für Klimafragen belegen die massiven bundespolitischen Fehlentwicklungen im Verkehrssektor, in dem eine „14-fache Erhöhung“ der durchschnittlichen Minderungsmenge pro Jahr im Zeitraum von 2022 bis 2030 im Vergleich zur historischen Entwicklung im Zeitraum von 2011 bis 2021 erforderlich sei, um im Verkehrsbereich die Klimaschutzziele bis 2030 zu erreichen (2022c, S. 29). Der Expertenrat schlussfolgert daraufhin, dass ein Erreichen der Klimaschutzziele bis 2030 ohne einen „Paradigmenwechsel“ in der Klimaschutzpolitik fraglich sei (ebd.). Bislang liege der bundespolitische Fokus weiterhin auf der Erhöhung der Effizienz des bestehenden „fossilen Kapitalstocks“ (z.B. Pkw mit Verbrennermotor) sowie dem „Energieträger- und Technologiewechsel“, etwa hinsichtlich der Maßnahmen, die im Klimaschutzprogramm 2023 aufgeführt werden (Expertenrat für Klimafragen 2023b, S. 6; BMWK 2023, S. 12-17). Um die Klimaschutzziele bis 2030 zu erreichen, müsse aber neben den bisherigen Maßnahmen auch eine deutliche Reduktion des „fossilen Kapitalstocks“ (z.B. Pkw mit Verbrennermotor; Expertenrat für Klimafragen 2022c, S. 16) vorangebracht und die „Potenziale bei den Aktivitäten“ (ebd.) gehoben werden, d.h. im Verkehrsbereich insbesondere die Verlagerung des MIV auf die Verkehrsmittel des Umweltverbands (ebd., S. 128 & 133). Die Lücke im Verkehrssektor sei mittlerweile so groß sei, dass anstelle einer Sammlung additiver

²⁹ Der Bundestag hat die Abschaffung der sektorspezifischen Jahresemissionsmengen am 26.04.2024 beschlossen, was der Bundesrat am 17.05.2024 gebilligt hat. Die Ausfertigung und Verkündung der politisch beschlossenen Gesetzesnovelle durch den Bundespräsidenten ist noch nicht erfolgt (Stand 10.07.2024).

³⁰ Im Jahr 2022 erfolgte die Überschreitung trotz besonders hoher Kraftstoffpreise durch den völkerrechtswidrigen Angriffskrieg Russlands gegen die Ukraine und trotz des zeitweise eingeführten extrem günstigen 9-Euro-Tickets für die deutschlandweite ÖPNV-Nutzung (Juni-August 2022) – was einen Hinweis auf die strukturellen Herausforderungen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Verkehr gibt.

³¹ Die sechs Maßnahmen umfassen: Auf- und Ausbau der Tank- und Ladeinfrastruktur für Pkw und Nutzfahrzeuge; Ausbau und Förderung effizienter Lkw-Trailer; Ausbauinitiative Radverkehrsinfrastruktur – aktive Mobilität; Ausbau- und Qualitätsoffensive im ÖPNV; Ausbau der digitalen Arbeitsformen; Anpassung der nationalen THG-Minderungsquote (BMDV 2022b, S. 2).

Einzelmaßnahmen ein konsistentes Maßnahmen-Gesamtkonzept erforderlich sei (Expertenrat 2023b, S. 6 f.).

Nach Einschätzung der stellvertretenden Vorsitzenden des Expertenrats, Brigitte Knopf, werde derzeit jedoch bundespolitisch weder um Einzelmaßnahmen, noch um ein größeres Maßnahmenpaket ernsthaft debattiert (Knopf nach tagesschau.de 2024e). Das zeigt sich beispielsweise auch an den bestehenden verkehrspolitischen Bundeszielen zum Personenverkehr, die zwar das Ziel von mindestens 15 Millionen vollelektrischen Pkw bis zum Jahr 2030 und eine Million öffentlich und diskriminierungsfrei zugänglicher Ladepunkte bis 2030 umfassen (SPD, Bündnis 90/Die Grünen, FDP 2021, S. 22 & 40), jedoch nur teilweise bzw. nicht operationalisierte Ziele zur Verkehrsverlagerung³² sowie keine Ziele zur Verkehrsvermeidung (ebd., S. 38-42). Sternkopf & Nowack sehen die volkswirtschaftliche Bedeutung der Automobilindustrie und den Einfluss der Automobilkonzerne gerade auf die Politikgestaltung auf nationaler und EU-Ebene³³ als wesentliche Gründe für die tiefgreifende Diskrepanz zwischen verkehrspolitischem Anspruch (einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung) und realer Verkehrsentwicklung (2016, S. 391 & 394 ff.).

2.2 Soziale Belastungsgrenzen

2.2.1 Donut Ökonomie

Kate Raworth ergänzt das Konzept der planetaren Grenzen um soziale Grenzen, die für den gesellschaftlichen Zusammenhalt nicht unterschritten werden dürften, da sie grundlegende menschliche Bedürfnisse darstellen, die es zu erfüllen gilt, wie die Sicherung von Frieden und sozialer Gerechtigkeit (Raworth 2012, 2017, 2018). Die beiden Grenzen visualisiert sie in Form eines „Donuts“, der den Handlungsspielraum für wirtschaftliche Aktivitäten nach den zwei Seiten Ökologie und Soziales begrenzt, um die Folgen von z.B. Klimawandel, sozialer Deprivation (z.B. durch Mobilitätsarmut; DLR 2023) und sozialer Ungerechtigkeit zu vermeiden (Abbildung 2-10). Die „Donut-Ökonomie“ stellt ein Gegenmodell dar zu unserem bislang auf Wachstum ausgerichteten Wirtschaftssystem und einer weiterhin auf Wachstum ausgerichteten Nachhaltigkeitspolitik.³⁴ In Deutschland stellt die Automobilindustrie eine zentrale Wirtschaftsbranche

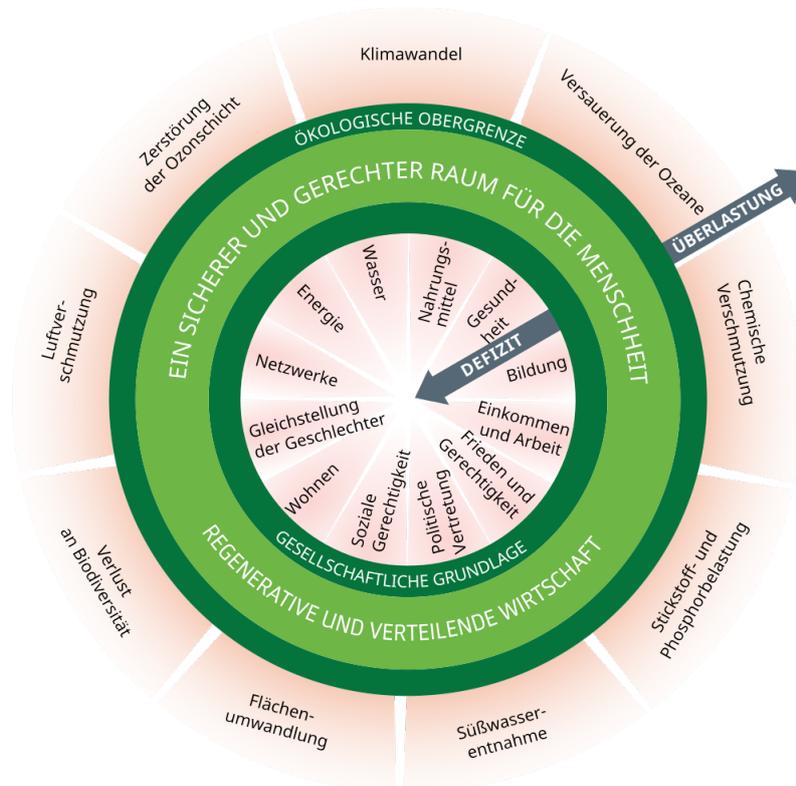
³² Ziel Bahnverkehr: Verdopplung der Verkehrsleistung im Personenverkehr (SPD, Bündnis 90/Die Grünen, FDP 2021, S. 39). Ziel ÖPNV: „Deutliche Steigerung“ der Fahrgastzahlen des öffentlichen Verkehrs (ebd., S. 39); Ziel Radverkehr: Umsetzung und Fortschreibung des Nationalen Radverkehrsplans. Ziele Nationaler Radverkehrsplan 3.0: Steigerung der Anzahl der Wege mit dem Rad pro Person von rund 120 Wege im Jahr 2017 auf 180 Wege in 2030; Erhöhung der durchschnittlichen Radwegelänge von 3,7 Kilometer auf sechs Kilometer (BMDV 2022a, S. 9). Ziel Fußverkehr: „Den Fußverkehr werden wir strukturell unterstützen und mit einer nationalen Strategie unterlegen“ (ebd., S. 41).

³³ Insbesondere durch das Vorhandensein von Lobbyisten *in* der Verkehrspolitik (personelle Verflechtungen, vgl. Traufetter 2019) und einem ausgeprägten Machtgefälle im institutionellen Zugang zu Politikarenen und der fehlenden Transparenz politischer Entscheidungsfindungsprozesse (Sternkopf & Nowack 2016, S. 391 & 394 ff.).

³⁴ Vgl. z.B. die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie, die zu SDG 8 „Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum“ als Indikator 8.4 das Bruttoinlandsprodukt je Einwohner mit dem „Nachhaltigkeits“-Ziel „Stetiges und angemessenes Wirtschaftswachstum“ aufführt (Bundesregierung 2022, S. 23). Während Wirtschaftswachstum für (Entwicklungs-)Länder mit nachholender Entwicklung als ein gerechtfertigtes globales Nachhaltigkeitsziel zur Bekämpfung von Armut angesehen werden kann, sollte weiteres Wirtschaftswachstum für ein hochentwickeltes Industrieland wie Deutschland kritisch reflektiert werden (Müller et al. 2024, S. 138 & 222). So wirken sich beispielsweise viele negative gesellschaftliche Entwicklungen „positiv“ auf die im BIP abgebildete Wirtschaftsentwicklung aus, wie z.B. Zerstörungen durch Krieg, Kriminalität oder Naturkatastrophen (konzeptwerk neue Ökonomie & Fairbindung o.J.).

dar,³⁵ deren Erhalt und Förderung für die wirtschaftliche Entwicklung Deutschlands insbesondere auf bundespolitischer Ebene eine hohe Priorität erhalten (Deutscher Bundestag 2023).

Das Konzept der „Donut-Ökonomie“ stellt einen Beitrag zum Leitbild einer „Postwachstumsgesellschaft“ dar, bei der die ökologische Tragfähigkeit und soziale Gerechtigkeit als Leitplanken der Gesellschaft anerkannt werden (IÖW o.J.) und die Frage nach dem richtigen Maß für Konsum und Produktion gestellt wird (Suffizienz, vgl. Nawothnig et al. 2023, S. 3 f.; Schäfer-Sparenberg et al. 2023; Stengel 2011). Suffizienz beinhaltet dabei weder ein Wachstumsgebot noch ein Wachstumsverbot, da „in einer Postwachstumsgesellschaft, insbesondere während der Transformation, (...) einzelne Bereiche wachsen, andere (...) schrumpfen (werden), so wie dies bei jeder Entwicklung bei jedem Strukturwandel der Fall ist“ (Seidl & Zahrnt 2010, S. 19). Für die Verkehrswende bedeutet dies im Wesentlichen die Frage, wie die Transformation der Automobilbranche weg von der Produktion privater Pkws und hin zu nachhaltigkeitsorientierten und sozialverträglichen Mobilitätskonzepten organisiert werden kann (UBA 2020b). Gleichzeitig stellt dies die Frage nach einem nachhaltigkeitsorientierten Maß an Autoverkehr in unserer freiheitlichen und demokratischen Grundordnung (vgl. Thielbürger 2021).



Quelle: Wano2011 2022 auf wikimedia.org, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Doughnut_economy_DE_normal.svg

Abbildung 2-10: Die Donut-Ökonomie nach Kate Raworth, in der ökonomische Handlungsmöglichkeiten durch ökologische Obergrenzen und gesellschaftliche Grundbedürfnisse begrenzt werden

³⁵ Der Anteil der Automobilindustrie an der Bruttowertschöpfung lag im Jahr 2016 bei 4,7% und damit höher als in anderen für die deutsche Volkswirtschaft bedeutsamen Wirtschaftszweigen (Maschinenbau: 3,5%; Herstellung chemischer und pharmazeutischer Erzeugnisse: 2,8%) (Jannsen 2019, o.S.). Im Jahr 2016 arbeiteten 880.000 Personen in der Automobilindustrie (2% der Erwerbstätigen), unter Einbezug der Branchenverflechtung (Hinzunahme von Zulieferungen aus anderen Branchen) sind ca. 1,8 Mio. Personen bzw. rund 4% der Erwerbstätigen „mit der Automobilindustrie verflochten“ (ebd.).

2.2.2 Sustainable Development Goals (SDGs)

Die im Jahr 2015 von 193 Vertragsparteien der Vereinten Nationen verabschiedeten 17 globalen Nachhaltigkeitsziele (Sustainable Development Goals, SDGs) der „Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“ (UN 2015b) stellen mit 169 Unterzielen einen zunehmend genutzten Bezugspunkt für nachhaltige Entwicklung dar, z.B. für Nachhaltigkeitsstrategien und das Monitoring nachhaltigkeitsrelevanter Indikatoren auf unterschiedlichen politischen Ebenen (Eurostat 2023, Bundesregierung 2016 & 2021 & 2022, Landesregierung NRW 2020, Bezirksregierung Arnsberg 2021, Stadt Dormagen 2021). Die UN-Agenda 2030 beinhaltet kein SDG, das spezifisch nachhaltige Mobilität adressiert. Alle SDGs beinhalten aber Aspekte, die einen Bezug zum Verkehr aufweisen und dafür genutzt werden können, um Wechselwirkungen zwischen dem Verkehrssektor und Nachhaltigkeitszielen darzustellen.

Die Agenda 2030 beinhaltet übergeordnet zu den SDGs drei handlungsleitende und universell gültige Leitprinzipien für die Gestaltung von Transformationsprozessen: Menschenrechte („Human rights-based approach“), Sozialverträglichkeit („Leave no one behind“) und Gendergleichstellung („Gender Equality and Women’s Empowerment“) (UNSDG 2024). Dem Prinzip der starken Nachhaltigkeit (Ott 2016) folgend ordnen Rockström und Sukhdev die bis dahin nebeneinander stehenden SDGs in Form eines „Hochzeitkuchens“ an, um auch mit den SDGs das Prinzip der planetaren Belastungsgrenzen darzustellen und zu verdeutlichen, dass Ökonomie und Gesellschaft als in die Biosphäre eingebettete Bestandteile verstanden werden sollten (Stockholm Resilience Centre 2016).



Quelle: Stockholm Resilience Centre 2016

Abbildung 2-11: Der SDG-„Hochzeitkuchen“ zur Verdeutlichung des Wirtschaftssystems in gesellschaftliche und biosphärische Grenzbedingungen

2.2.3 Verkehrsgerechtigkeit und Gesellschaftswandel

„Aus der Skepsis oder gar Ablehnung der sogenannten normalen Leute gegen Klimaschutz ziehe ich politisch den Schluss, dass der Transformationsprozess so gerecht wie möglich geschehen muss“ (Reinhard Loske nach Staude 2024b)

Sowohl die „Donut Ökonomie“ als auch die SDGs heben soziale Gerechtigkeit als Grundprinzipien für das Voranbringen von Transformationsprozessen hervor. Henicke et al. 2021 unterstreichen die Relevanz der Verkehrsgerechtigkeit für eine „Nachhaltige Mobilität für alle“. Sowohl die Orientierung an sozialen Gerechtigkeitskriterien als auch eine globale und

intertemporale Perspektive helfen dabei zu verstehen, warum die Reduzierung von Autoverkehr zentral ist für das Voranbringen der Verkehrswende, wohingegen ein weiterhin dominierender Fokus auf die Verkehrswende als Antriebswende mit hohen Risiken verbunden ist.

So wird für den klimaneutralen Betrieb eines Elektroautos und für die (energieintensive) Fahrzeugproduktion Strom aus erneuerbaren Energien bzw. (zertifizierter) grüner Wasserstoff benötigt (Öko-Institut 2021, S. 8; Wuppertal Institut 2024). Beides wird auf absehbare Zeit nur begrenzt zur Verfügung stehen und unterliegt in einer sektorübergreifenden Perspektive vielfältigen Nutzungskonkurrenzen, wobei die verfügbaren Mengen erneuerbarer Energien primär dort eingesetzt werden sollten, wo erneuerbare Energien dringend erforderlich sind, wie z.B. zur (bezahlbaren) Wärmeversorgung von Gebäuden (Wärmepumpen), Schwerlasttransporten und für die Transformation der energieintensiven Industrie (Müller et al. 2021, S. 90 ff. & 102). Die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) in Auftrag gegebenen Stromverbrauchsprognose für 2030 kommt zu dem Ergebnis, dass der Verkehrssektor bis 2030 der Haupttreiber eines Stromverbrauchsanstiegs sein könnte, sollten bis dahin tatsächlich die vom Bund angestrebten 15 Millionen batterieelektrischen Pkw (BEW) auf deutschen Straßen fahren³⁶ (Kemmler et al. 2021, S. 2). Solche Abschätzungen zum langfristigen Strombedarf bei einem weiter zunehmenden Pkw-Verkehr lassen in den letzten Jahren gesellschaftspolitische Debatten um eine Renaissance des gefährlichen Atomstroms neu aufkommen (Dudenhöffer 2022)³⁷. Dies unterstreicht die Bedeutung, eine schnelle und deutliche Trendumkehr weg von Autobesitz und Autonutzung zu erreichen – auch um einer Diskussion um einen „Ausstieg aus dem Ausstieg“ aus der Kernenergie mit unkalkulierbaren Betriebs- und Sicherheitsrisiken³⁸ entgegenzuwirken (Pistner et al. 2021).

Darüber hinaus sollte der Bedarf an E-Autos und erneuerbaren Energien aus Gründen der Risikovorsorge und Friedenssicherung auch insgesamt so gering wie möglich gehalten werden, da sich Deutschland und Europa sowohl bei der Produktion von E-Autos als auch beim Ausbau erneuerbarer Energien insgesamt in einer „sehr gefährlichen“ Abhängigkeit von China für kritische Rohstoffe befinde (Kurmayer 2024, Felbermeyr 2023; Sandkamp 2024). Oder, wie es Siegfried Russwurm, Präsident des Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI) in Bezug auf den Rohstoffbedarf für Energiewende, E-Mobilität und Digitalisierung formuliert:

„Rohstoffe werden genauso wie Energie und genauso wie Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts als geopolitische Waffe eingesetzt. (...) Dazu gehört die bittere Wahrheit: Deutschland ist erpressbar“ (Russwurm nach BDI 2022)

In Bezug auf China ist die Befürchtung des Bundeswirtschaftsministeriums, insbesondere bei einem Konfliktfall mit Taiwan erpressbar zu sein, was „zur Einschränkung seiner politischen Handlungsfähigkeit führen [könne]“ (tagesschau.de 2024d). Schon heute zeigt sich die wirtschaftliche Abhängigkeit von China z.B. im „irritierende(n) deutsche(n) Schweigen zu Chinas Unterdrückung der Uiguren“ (Schmale 2021). Human Rights Watch wirft Automobilkonzernen zudem vor es zu versäumen, „das Risiko uigurischer Zwangsarbeit in ihren

³⁶ Annahme: 16 Millionen Fahrzeuge, die zu einer Zunahme um 68 Terawattstunden (TWh) führen würden (Kemmler et al. 2021, S. 2).

³⁷ Dudenhöffer schätzt den zusätzlichen Strombedarf bei einer weitergehenden, aber abflachenden Pkw-Zunahme auf 138 zusätzliche TWh bis 2050 (2022, o.S.) – und stellt vor diesem Hintergrund die Frage, inwiefern in Deutschland „der Platz für Windräder ausgehen“ könne und eine erneute Debatte über die Bedeutung von Atomstrom zu führen sei (2022, o.S.).

³⁸ Z.B. auch hinsichtlich der friedensgefährdenden Verbreitung waffenfähiger Stoffe.

Aluminiumlieferketten zu minimieren“ (2024). Mit seinem „Run“ auf kritische Rohstoffe für die Energie- und Antriebswende verletze Deutschland zudem Menschenrechte im internationalen Bergbausektor, etwa durch Kinderarbeit, Landenteignung, Umweltverschmutzung und Gewalt durch bewaffnete Gruppen (Human Rights Watch 2022). Gleichzeitig drohen die Energiewende und damit Klimaschutz in Deutschland ins Stocken zu geraten, sollten derzeitig wahrnehmbare revisionistische³⁹ Machtpolitiken auf der Welt weiter zunehmen (Suh 2022). Die Beispiele zeigen die hohe Risiken eines auf das Auto ausgerichteten Verkehrssystems für Klimaschutz, soziale Gerechtigkeit, humanitäre Werte, Menschenrechte und Friedenssicherung.

Neben dieser globalen und geopolitischen Perspektive befinden sich weitere soziale Ungerechtigkeiten im ganz konkreten Lebensumfeld der Menschen, weil es gerade sozialökonomisch benachteiligte Menschen wie Ärmere, Ältere, Kinder, Alleinerziehende und Menschen mit Migrationshintergrund sind, die besonders von den negativen Effekten des motorisierten Individualverkehrs betroffen sind, insbesondere wenn sie aufgrund der günstigeren Mieten entlang von Hauptverkehrsstraßen wohnen müssen und dort besonders von gesundheitsschädigendem Lärm,⁴⁰ Luftschadstoffen,⁴¹ Unfallgefahr,⁴² einer geringen Aufenthaltsqualität im öffentlichen

³⁹ Revisionismus: U.a. Bezeichnung für eine Politik, „die auf die Änderung von völkerrechtlichen oder verfassungsrechtlichen Regelungen abzielt, auch darauf, eine Grenzziehung rückgängig zu machen“ (BpB o.J.).

⁴⁰ **Lärm:** Straßenverkehrslärm ist eine der Hauptkategorien von Umgebungslärm, den die Weltgesundheitsorganisation „zu den führenden umweltbedingten Gesundheitsrisiken“ zählt (WHO 2018, S. 3). Lärm ist auch ein Thema der sozialen Gerechtigkeit, da sozioökonomisch benachteiligte Personengruppen häufiger durch Verkehrslärm belastet sind als besser gestellte Gruppen (SRU 2020, S. 269). Zum Schutz vor gesundheitsschädlichen Auswirkungen durch Lärm, zu denen Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie Bluthochdruck und Herzkrankheiten einschließlich Herzinfarkt zählen können (UBA 2021b), empfiehlt die WHO, die Belastungen durch Straßenverkehrslärm ganztags (L_{den}) auf weniger als 53 Dezibel (dB) zu reduzieren und nachts (L_{night}) auf 45 dB (WHO 2018, S. 5). In Deutschland sind im Jahr 2017 in städtischen Gebieten mit mehr als 100.000 Einwohner*innen mehr als 5,7 Millionen Menschen von Straßenverkehrslärm von Ganztags-Lärmpegeln (L_{den}) von 55 dB(A) und mehr betroffen (EEA 2021), das ist fast ein Viertel der in deutschen Großstädten lebenden Menschen (ca. 23%, eigene Berechnung). 1,7 Millionen Menschen sind sogar von Ganztags-Straßenverkehrslärm (L_{den}) von 65 dB(A) betroffen (EEA 2021). Nachts sind von den in Großstädten über 100.000 Einwohner*innen lebenden Menschen knapp 3,8 Millionen Personen von Straßenlärm von 50 dB(A) und mehr betroffen (ebd.).

⁴¹ **Luftschadstoffe:** Für Deutschland gelten die Grenzwerte der Europäischen Union gemäß EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG aus dem Jahr 2008, die Deutschland mit der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes in nationales Recht umsetzt (39. BImSchV). Weder die bestehenden noch die vorgeschlagenen verschärften EU-Grenzwerte ab 2030 entsprechen jedoch den von der Weltgesundheitsorganisation vorgeschlagenen, auf wissenschaftlichen Erkenntnissen zu den Risiken von Luftverschmutzung basierenden verschärften Luftgüteleitlinien (WHO 2021). Zudem ist zu berücksichtigen, dass keine Untergrenzen für gesundheitsschädigende Luftschadstoffkonzentrationen definiert werden können (DG epi et al., 2021, S. 1). Die Luftqualität ist zudem eine Frage der sozialen Gerechtigkeit, weil Kinder und ältere Personen gesundheitlich besonders vulnerabel auf Luftverschmutzung reagieren (EEA 2023b) und es besonders Menschen mit niedrigerem ökonomischem Status sind, die aufgrund der günstigeren Mieten entlang von Hauptverkehrsstraßen wohnen (z.B. Alleinerziehende, Ältere, Personen mit Migrationshintergrund). Gesundheitsverbände fordern die Anpassung der EU-Luftqualitätsrichtlinie an die WHO-Empfehlungen bis spätestens 2030 (DEGAM et al. 2022). Einer Studie zufolge verkürzt Luftverschmutzung das Leben der Europäer um rund zwei Jahre (Max-Planck-Institut für Chemie 2019; vgl. auch Max-Planck-Gesellschaft 2018 zur Luftverschmutzung als „unterschätzte Todesursache“).

⁴² **Unfälle:** Im Jahr 2022 ereigneten sich in Deutschland rund 2,4 Millionen polizeilich erfasste Unfälle, von denen rund 74% innerorts passierten, mit 30.897 innerorts schwerverletzter Personen und 881 innerorts getöteter Personen, mit einer hohen Anzahl innerorts getöteter Fußgänger*innen (274), innerorts getöteter Radfahrer*innen (176), innerorts getöteter Pedelec-Fahrer*innen (100) und innerorts getöteter Kinder und Jugendlicher unter 18 Jahren (39). Von 2013 bis 2022 wurden insgesamt 9.297 Personen im innerörtlichen Verkehr getötet. Viele der innerörtlichen tödlichen Unfälle dürften im Zusammenstoß mit Autos erfolgt sein – über die Verkehrsstatistik lässt sich dies nicht herausfinden. Die tödliche Unfallgefahr genau dort, wo wir leben, findet angesichts der ungeheuerlich hohen Anzahl an innerörtlichen Todesopfern bislang keine angemessene Beachtung im gesellschaftspolitischen Diskurs. Von einer „Vision Zero“, also keinen Verkehrstoten und Schwerverletzten, wie sie die EU

Raum und starker Hitzeentwicklung durch versiegelte (Verkehrs-)flächen⁴³ betroffen sind (FIS 2023; Gaffron 2014; RKI 2013). Viele dieser negativen Effekte werden durch eine Antriebswende nicht behoben,⁴⁴ sondern erfordern eine umfassende Reduktion von Autoverkehr und Autobesitz sowie die Umverteilung von Verkehrsflächen. Studien zeigen, dass Menschen, die in sozioökonomisch benachteiligten Regionen leben früher sterben als Menschen in wohlhabenderen Gegenden (RKI 2024).

Die erforderliche Verkehrswende kann die Ungerechtigkeitsdimensionen unseres Verkehrssystems noch weiter erhöhen. So ist schon heute der Zugang zu Mobilität ungleich verteilt und eine qualitativ hochwertige Mobilität vielfach abhängig vom eigenen Pkw-Besitz, der aus finanziellen, Alters- und Gesundheitsgründen bei rund 8% der deutschen Haushalte nicht möglich ist.⁴⁵ Bereits heute steigen die Spritpreise durch die im Jahr 2021 eingeführte CO₂-Bepreisung im Verkehr durch ein nationales Festpreissystem (Bundesregierung 2019, S. 24-28)⁴⁶. Die Teuerung liegt im Jahr 2024 im Durchschnitt bei ca. 4,3 bis 4,8 Cent pro Liter (ebd.), d.h. in einer moderaten Größenordnung im Bereich der tagtäglichen Ölpreis-Schwankungen,⁴⁷ wodurch sie bislang kaum eine Lenkungswirkung für ein Phase-Out von Verbrennermotoren ausübt (VCD 2020). Ab dem Jahr 2027 bilden sich die Preise für den CO₂-Ausstoß bei Verkehr und Gebäuden jedoch über den europäischen Emissionshandel (ETS II). Der Übergang vom nationalen zum europäischen CO₂-Preis könne aufgrund der Klimaschutzverfehlungen im Gebäude- und Verkehrsbereich einen „sprunghaften“ Anstieg der Tank- und Heizkosten bedeuten und Benzin zum Jahresbeginn 2027 um 38 Cent pro Liter verteuern (Agora Energiewende 2023, S. 1). Um die sozialen Härten eines abrupten Preisanstiegs abzumildern,⁴⁸ schlägt die Agora Energiewende vor, die national geltenden CO₂-Preise schon früher zu erhöhen und Mehreinnahmen für einen Rückverteilungsmechanismus („Klimageld“) zu generieren, um Bürgerinnen und Bürger zu entlasten (ebd., S. 1). „Ansonsten seien die Möglichkeiten der Menschen, auf den ansteigenden CO₂-Preis zu reagieren, begrenzt“ (ebd.).

Unabhängig von der Höhe der bevorstehenden Preissteigerungen zeigt das Beispiel, wie es für Haushalte mit höheren Einkommen leichter sein wird, auf das politisch anzugehende Phase-Out des Verbrennermotors durch einen Umstieg auf klimafreundlichere Antriebe zu reagieren

(Europäische Kommission 2018, S. 4) bis zum Jahr 2050 und die Bundesregierung als Leitbild (Bundesregierung 2021, S. 3 & 5) erreichen möchten, ist man damit noch weit entfernt.

⁴³ **Hitze** durch versiegelte Flächen: In städtischen Gebieten können aufgrund des hohen Anteils versiegelter und bebauter Flächen gegenüber dem Umland noch höhere Temperaturen „um weit mehr als 10°C“ eintreten (urbaner Hitzeinseleffekt, vgl. Landeshauptstadt Stuttgart o.J.). Hitzebedingte Sterbefälle in Deutschland 2018: etwa 8.700; 2019: etwa 6.900; 2020: etwa 3.700 (Winklmeyr et al. 2022).

⁴⁴ Auch mit klimafreundlicheren Antriebstechnologien verursachen gerade individuell genutzte Pkw weiterhin Luftschadstoffe durch Asphalt- und Reifenabrieb, Lärm durch Rollgeräusche, Unfallgefahr, Flächenbedarf und Flächenversiegelung, zudem Energie- und Ressourcenverbrauch sowie den Einsatz kritischer Rohstoffe.

⁴⁵ 83% der deutschen Haushalte besitzen mindestens einen eigenen Pkw. Von den 17% der Haushalte ohne eigenem Pkw-Besitz verfügen 29% keinen Pkw, weil dieser zu teuer ist (=rd. 5% aller Haushalte), und 18% aus Gesundheits- oder Altersgründen (rd. 3% aller Haushalte) (eigene Auswertung bei Mobilität in Tabellen (MiT 2017), „Ausstattung mit Mobilitätswerkzeugen“ und „Gründe für Pkw-Nicht-Besitz“).

⁴⁶ Ursprünglicher Plan laut Bundes-Klimaschutzprogramm 2030: 10 Euro/t CO₂ ab 2021; 20 Euro/t CO₂ ab 2022; 25 Euro/t CO₂ ab 2023; 30 Euro/t CO₂ ab 2024; 35 Euro/t CO₂ ab 2025; Auktionierung der Zertifikate ab 2026 in einem Korridor zwischen 35 und 60 Euro/t CO₂ (Bundesregierung 2019, S. 24 f.). Aufgrund der angespannten Haushaltslage wurde der CO₂-Preis zum 1. Januar 2024 statt wie ursprünglich geplant von 30 auf 40 Euro je Tonne auf 45 Euro pro Tonne erhöht (Bundesregierung 2024).

⁴⁷ Der Endkundenpreis bei Mineralölen unterliege starken Schwankungen von teilweise 10 ct/l am Tag (VCD 2020, o.S.).

⁴⁸ Vgl. z.B. VCD 2020, warum die Einführung eines CO₂-Preises und die Verwendung der Einnahmen „nicht wirklich sozial ausbalanciert“ ist.

als für Haushalte mit niedrigeren Einkommen. Aufgrund „der in vielen Regionen über Jahrzehnte gewachsenen Abhängigkeit vom eigenen Auto“ (DLR 2023, S. 1) gehen Maßnahmen zum Phase-Out des Verbrennermotors mit erheblichen sozialen und verteilungspolitischen Auswirkungen einher. Dies zeigt die Erfordernis für eine „Just Transition“ auf (Newell & Mulvaney 2013), also einen möglichst gerechten Übergang in die Klimaneutralität, bei dem gerade benachteiligte Personengruppen bzw. die Allgemeinheit („Alle“) vom Transformationsprozess profitieren, um so eine mehrheitsfähige Akzeptanz für Klimaschutz- und Verkehrsmaßnahmen zu erhalten.

In den vergangenen Jahren haben höchstrichterliche Urteile nicht nur gezeigt, dass Grund- und Menschenrechte⁴⁹ sowie die intertemporale Freiheitssicherung Staaten zum Klimaschutz verpflichten (BVerfG 2021; EGMR 2024b; COR 2024 ; Amos 2024, tagesschau.de 2024b; vgl. Kapitel 2.1.3), sondern auch, dass es ein „Recht auf eine gesunde Umwelt“ gibt (COR o.J.), auch in Bezug auf Verkehrslärm (EGMR 2024a, S. 20 f.) und Verkehrsbelastungen (COE 2011). Die zahlreichen „Dieselfahrverbote“ der letzten Jahre zur Einhaltung der EU-Grenzwerte für Stickstoffdioxid (NO₂) in deutschen Städten zeigen zudem, dass zum Schutz der menschlichen Gesundheit auch Fahrverbote rechtlich möglich sind (ADAC 2023; Bundesverwaltungsgericht 2018; Deutsche Umwelthilfe 2023).

Während Regierungen bereits durch Gerichte zu mehr Klimaschutz verpflichtet worden sind, ist Rechtsprofessorin und ehemalige EGMR-Richterin Keller der Ansicht, dass auch die individuelle Verantwortung stärker kommen werde (3sat 2024, Minute 4:35). Laut Klimabeschluss des Bundesverfassungsgerichts von 2021 genieße Artikel 20a des Grundgesetzes, der den Staat zum Schutz auch der künftigen Generationen und der natürlichen Lebensgrundlagen verpflichtet sowie zur Herstellung von Klimaneutralität (BVerfG 2021, Leitsatz 2), „keinen unbedingten Vorrang“ gegenüber anderen Verfassungsrechtsgütern und -prinzipien, sondern sei mit diesen in einen Ausgleich zu bringen (ebd., Leitsatz 2a). Dabei nehme das relative Gewicht des Klimaschutzgebots in der Abwägung bei fortschreitendem Klimawandel aber weiter zu (ebd.). Das hieße laut Erläuterungen der Richter*innen: Künftig könnten selbst gravierende individuelle Freiheitsbeschränkungen zum Schutz des Klimas verhältnismäßig und verfassungsrechtlich begründbar werden (Geuther et al. 2021, o.S.), was auch Pkw-Fahrverbote umfassen könnte (Höhe nach Science Media Center Germany 2024, o.S.).

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass die politisch beschlossene Abschaffung der zulässigen sektorspezifischen Jahresemissionsmengen im Bundes-Klimaschutzgesetz⁵⁰ ein hohes Risiko birgt, den ohnehin schon massiven Verzug des Verkehrssektors bei der Erfüllung seiner Klimaschutzerfordernisse zusätzlich in die Zukunft zu verschleppen (Expertenrat für Klimafragen 2023b, S. 24). So ist es wahrscheinlich, dass es für den Verkehrssektor nach 2030 entsprechend der politisch beschlossenen Novelle des KSG keine sektorübergreifende Ausgleichsmöglichkeiten mehr geben wird, da Überfüllungen in anderen Sektoren sehr viel weniger wahrscheinlich werden (Staupe 2024a). Höhe weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass „die wirklich schwierige Phase“ erst nach 2030 kommen werde (Science Media Center Germany 2024, o.S.), da ein Aufholen des Verkehrs nach 2030 fast unmöglich sei, „außer mit drastischen und disruptiven Maßnahmen“, was auch die von Wissing angedrohten Fahrverbote beinhalten könne (ebd.).

⁴⁹ Vgl. auf europäischer Ebene die „European Convention on Human Rights“ (EGMR & COR 1950, zuletzt geändert am 01.08.2021).

⁵⁰ Ausfertigung & Verkündigung durch Bundespräsidenten noch ausstehend, Stand 10.07.2024.

Vor diesem Hintergrund zeigt sich die enorme Herausforderung der Verkehrswende, weil sie in besonderem Maße Veränderungen bei den Menschen erfordert und Fragen der Verteilungsgerechtigkeit aufwirft: Wer darf und kann es sich künftig finanziell noch leisten, mit dem Privat-Pkw mobil zu sein? Und wie sollte die Verkehrswende regulatorisch und Akzeptanz erhaltend gelenkt werden? Die bevorstehenden Transformationserfordernisse gerade im Verkehr können das Unsicherheitsgefühl bei den Menschen enorm erhöhen, Sorge vor steigenden Lebenshaltungskosten und der Realisierbarkeit versorgungsökonomischer Erfordernisse bereiten sowie Status- und Verlustängste hervorrufen (Zick et al., S. 291; vgl. auch „Soziologie des Verlustes“ nach Elliott 2018). Solche Unsicherheiten werden für die Menschen umso höher, je abrupter und disruptiver Veränderungen bevorstehen und bergen das hohe Risiko eines weiteren Erstarkens (rechts-)populistischer und extremistischer Strömungen⁵¹ (Zick et al. 2023) – aufgrund von empfundenen Unzumutbarkeiten durch Klimaschutzmaßnahmen⁵² oder aufgrund eines rechts-populistisch etablierten Gesellschaftsverständnisses einer von dem „Volk“ abgekoppelten „Elite“ (Hans Böckler Stiftung 2024), wenn es z.B. wohlhabendere Menschen einfacher haben, weiter mit dem (E-)Auto mobil sein zu können.

Aufgrund der hohen, mit dem E-Auto verbundenen Risiken (vgl. Kapitel 2.1.6) sollte der wesentliche Lösungsansatz dieser Herausforderung nicht darin liegen, die komplette Pkw-Flotte mit Verbrennermotoren gegen E-Autos auszutauschen. Stattdessen sollten die Abhängigkeiten vom eigenen Pkw-Besitz durch hochambitionierte Ermöglichungsstrategien für eine Mobilität ohne eigenem Pkw-Besitz verringert werden, verbunden mit strukturellen Veränderungen (Verkehrsvermeidung: z.B. Stadt der kurzen Wege; flexible Kindertagesbetreuung, offene Ganztagschulen, Entwicklung von Lösungen für den Pflegenotstand) und für alle gleichermaßen geltende Restriktionen gegen den Autoverkehr (Push: z.B. autofreie Innenstädte mit Härtefallausnahmen). Die dabei zu gewinnenden Co-Benefits für ein gutes Leben in der Stadt für alle sollten aktiv kommuniziert und aufgezeigt werden, um Akzeptanz für verkehrsverlagernde und verkehrsvermeidende Maßnahmen zu schaffen.

Es sei abschließend in diesem Unterkapitel noch darauf hingewiesen, dass gerade in den letzten Jahren Gerichte eine zunehmende Bedeutung für die Einhaltung von Umweltgerechtigkeits- und Klimaschutzzielen einnehmen⁵³ (UBA 2023c)⁵⁴, vgl. z.B. das Urteil des Europäischen Gerichtshofs für Menschenrechte, das die Schweiz aus Gründen des Gesundheitsschutzes und

⁵¹ US-Präsidentenwahl 2016: Mit Donald Trump gewinnt jemand, der sagt, es gäbe keine Belege dafür, dass der Mensch die globale Erderwärmung verursacht und der in seiner Amtszeit das Pariser Klimaabkommens aufkündigte (Thomas 2016; Deutschlandfunk 2017); er sammelte Stimmen bei jenen, die sich von neuen und mit Unsicherheiten verbundenen Entwicklungen (z.B. Digitalisierung, Globalisierung, Klimaschutz) verunsichert und abgehängt fühlen (z.B. im Rust Belt im Nordosten der USA) (BpB 2017). Parlamentswahlen in Italien 2022: die rechts-nationalistische Partei Fratelli d'Italia erreicht mit Giorgia Meloni die meisten Stimmabgaben (25,7%); die Partei möchte die Interessen Italiens über die Europas stellen (BpB 2022b). Parlamentswahlen in den Niederlanden 2023: Die rechtspopulistische Partei für die Freiheit (PVV) von Geert Wilders wird mit 23,5 Prozent der Stimmen stärkste Partei; sie will die niederländische Klimawandelgesetzgebung aufheben (BpB 2023a).

⁵² So profiliert sich die AfD in Deutschland als Gegenentwurf einer grünen Klimapolitik (Pfeifer 2023) und wird in Ostdeutschland in weiten Teilen stärkste Kraft bei der Europawahl 2024 und den Kommunalwahlen 2024 (Süddeutsche Zeitung 2024).

⁵³ So weist Völkerrechtlerin Helen Keller darauf hin, dass die Richter*innen am Europäischen Gerichtshof für Menschenrechte auf 12 Jahre gewählt sind. Sie haben ein nicht verlängerbares Mandat, wodurch sie unabhängiger und besser in der Lage seien, allgemeine Güter und Interessen wahrzunehmen als Politiker*innen, die alle vier Jahre wiedergewählt werden müssen „und die Angst davor haben, unliebsame Entscheidungen zu treffen“ (Keller nach 3sat 2024, Minute 1:50).

⁵⁴ Vgl. auch den zivilgesellschaftlichen Versuch, Ökozid als fünftes Verbrechen beim Internationalen Strafgerichtshof anerkennen zu lassen (Kring 2021; Scheffran 2023; Stop Ecocide Foundation 2021; Thome o.J.; Wefing 2021).

dem Wohlergehen der Menschen zu mehr Klimaschutz verpflichtet (EGMR 2024b). Rechtsexpert*innen weisen darauf hin, dass auch bei Rechtsbeschlüssen Vorsicht geboten sei:

*„If judges want to force something that society is not ready for, courts risk having their legitimacy questioned. That ultimately also means that their judgement will then not be accepted and implemented“
(Keller nach ALLEA 2021).*

In Bezug auf das EGMR-Klimaurteil gegen die Schweiz (EGMR2024b) weist auch Valentin darauf hin, dass die EGMR-Entscheidung deutlich mache,

„dass Demokratien immer mehr versucht sind, in aristokratischer Manier den komplizierten und vertrackten Prozess der Wahldemokratie zu umgehen, indem sie die Politik so weit wie möglich von der Wählerschaft fernhalten und sie Fachleuten anvertrauen. (...) Die Versuchung, den politischen Spielraum der Wahldemokratie immer weiter einzuschränken, bringt das Risiko mit sich, dass autoritäre Stimmen, die sich einen starken Mann wünschen, der über Parlamente oder Gerichte hinweggeht, an den politischen Rändern gestärkt werden“ (Valentin 2024).

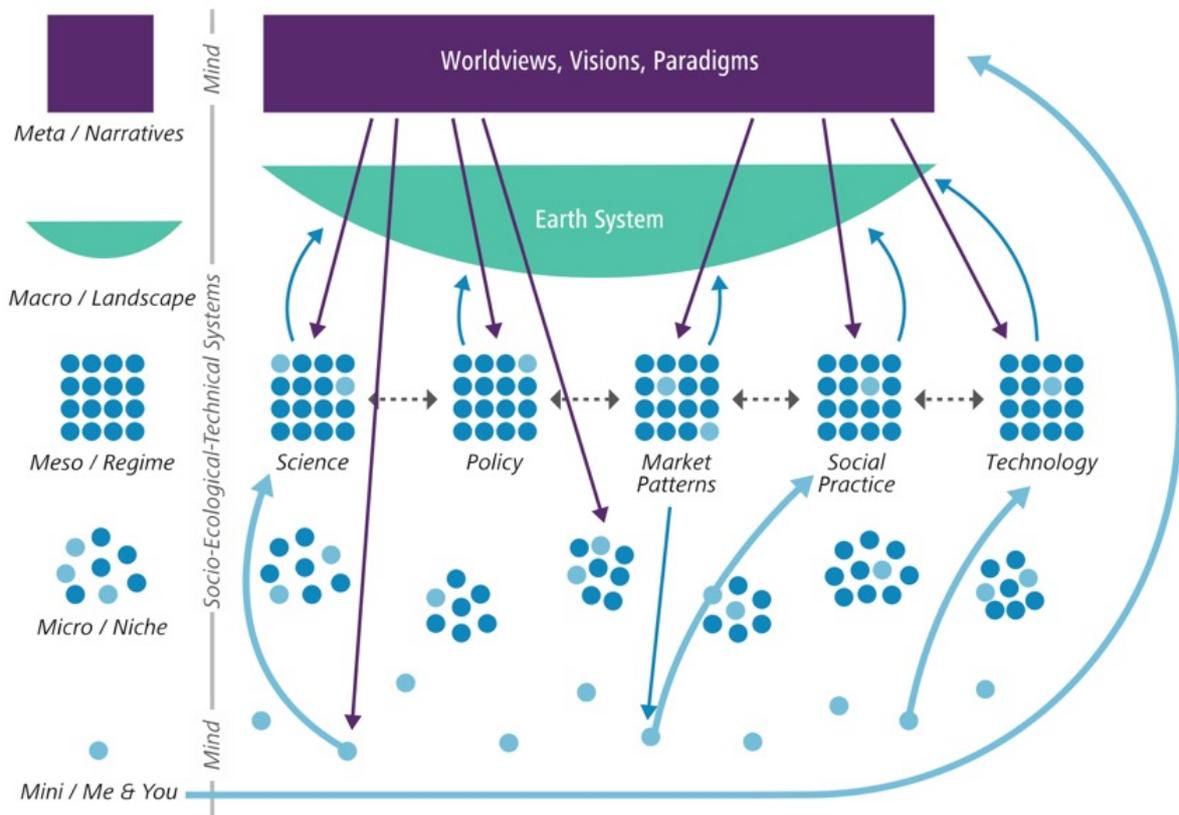
Die Reaktionen der Schweiz auf das EGMR-Klimaurteil belegen die von Keller und Valentin aufgeworfenen Mahnungen empirisch. So „(schlachte) die rechtsnationale SVP (...) das Urteil direkt aus – für ihren Abschottungskurs gegenüber Europa“ (tagesschau.de 2024c).

Die Beispiele zeigen, dass genau so, wie eine Demokratie sich mit demokratischen Mitteln selber abschaffen kann (Kehrer 2023) und die derzeitigen Rechtsrücke eine ernsthafte Bedrohung für unsere demokratische Gesellschaftsordnung darstellen (WSI 2024, S. 2), auch die Rechtsprechung vom politischen System abhängt (vgl. „politische Justiz“, Kirchheimer 1965). Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass ein umfassender Transformationsprozess nicht alleine top-down erfolgen kann, sondern „bottom up“ einen mehrheitsfähigen Gesellschaftswandel im Sinne eines „Great Mindshift“ (Göpel 2016) bzw. eines wertebasierten Kulturwandels braucht (Horlings 2015; „Inner Development Goals“⁵⁵).

Göpel hebt die Relevanz von Mindsets für Nachhaltigkeitstransitionen hervor, indem sie die Multi-Level-Perspektive (Geels 2002) um zwei Lagen erweitert: Einer unterhalb der Nischen liegende Mini-Ebene des „Ich und Du“ und eine über der Landschaftsebene liegende narrative Meta-Ebene der gesellschaftlichen Weltansichten, Paradigmen und Leitbilder (Göpel 2016, S. 47, vgl. Abbildung 2-12). Meadows nennt Mindsets und Paradigmen mit ihren Zielen, Machtstrukturen, Regeln und ihrer Kultur als den wichtigsten Interventionspunkt, um ein System grundlegend zu verändern, gefolgt von den vom System verfolgten Zielen an zweiter Stelle (1999, S. 2). Die beiden Ebenen der Paradigmen und Individuen setzt Göpel durch sich gegenseitig beeinflussende Pfeile miteinander in Bezug, um hervorzuheben, dass übergeordnete Narrative einerseits das individuelle Handeln beeinflussen, aber dass gleichzeitig Narrative ihren Ursprung ganz konkret bei den einzelnen Menschen haben (me & you) (Göpel 2016, S. 47, vgl. Abbildung 2-12). Transformative Lerntheorien heben die Rolle des eigenen Lebensorts in der

⁵⁵ Die „Inner Development Goals“ (IDG) sind eine gemeinnützige Initiative, die untersucht, durch welche Fähigkeiten und Kapazitäten die SDGs gesellschaftlich besser umgesetzt werden können, z.B. hinsichtlich der Offenheit für eine Lernkultur, kritischem Denkvermögen, langfristiger Zielperspektiven, Wertschätzung, Empathie, Kommunikationsstile, Vertrauen, Mut, Kreativität, Ko-Kreation, Zukunftsoptimismus, vgl. IDG 2024 (<https://innerdevelopmentgoals.org/framework/>).

Kommune für Veränderungen in den Wertehaltungen der Menschen sowie nachhaltigkeitsorientiertem Verhalten hervor (Singleton 2015), was die Bedeutung von Städten für einen werte-basierten Gesellschaftswandel unterstreicht. Oder andersherum: Die an einem Ort bestehenden Narrative und Wertehaltungen könnten das Potenzial haben, das städtische (Verkehrs-) System zu verändern. Im 4. Fachartikel wird deshalb ein besonderer Fokus auch auf kulturelle Aspekte vor Ort gelegt („Städtische Eigenlogiken“, vgl. Kapitel 5.3).



Quelle: Göpel 2016, S. 47

Abbildung 2-12: Mindsets in der Multi-Level-Perspektive von Nachhaltigkeitstransitionen

2.3 Vermeiden, verlagern, verbessern – und: gerechter

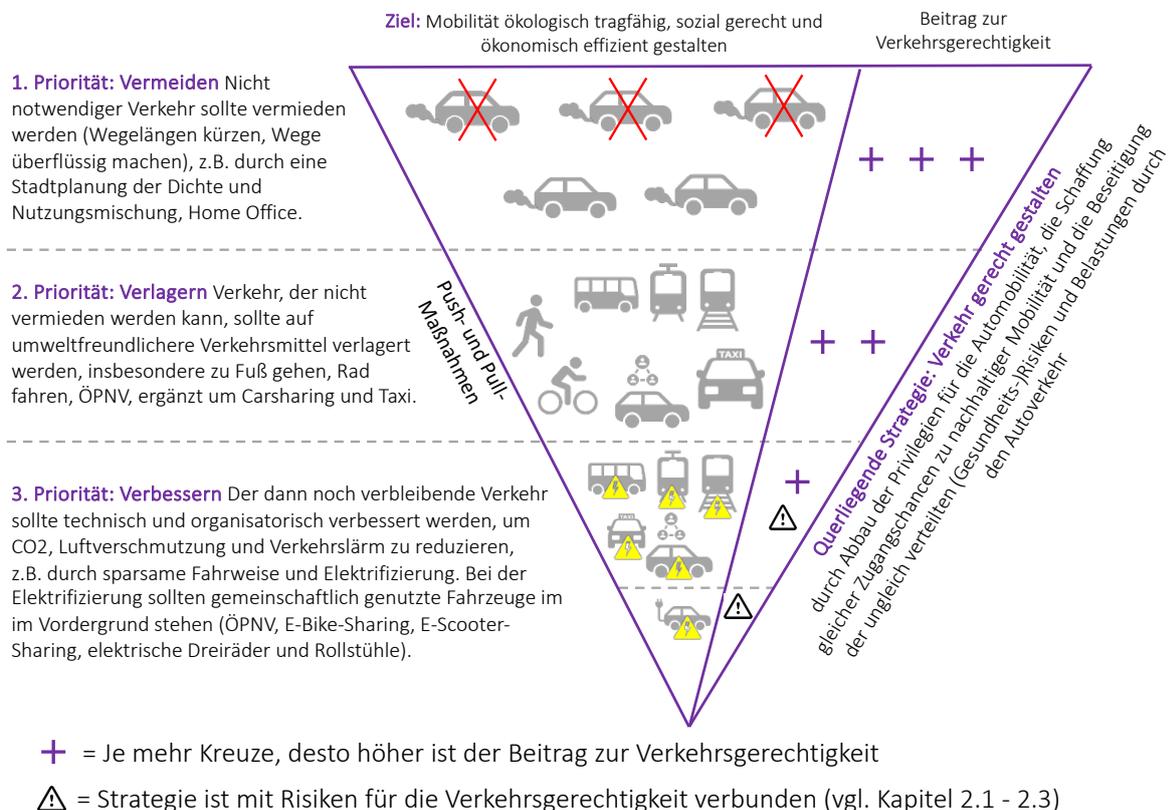
Die Strategie der Verkehrsverlagerung ist zusammen mit der Verkehrsvermeidung und der Verkehrsverbesserung eine der drei grundlegenden Strategien für einen klimaverträglichen und nachhaltigkeitsorientierten Verkehr („3 Vs“, avoid-shift-improve-Prinzip (ASI); IPCC 2014, S. 603; Reutter 2010; Müller 2017a)⁵⁶. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Wirklogiken sollten die drei Strategien im Sinne einer „dreistufigen Maßnahmenhierarchie“ verstanden werden (Gather et al. 2008, S. 136), was in Form einer umgedrehten Pyramide verdeutlicht werden kann, die von oben nach unten zu lesen ist (vgl. Abbildung 2-13):

⁵⁶ Die Agora Verkehrswende unterscheidet zwischen einer „Mobilitätswende“, der die Strategien der „Vermeidung“ und der „Verlagerung“ zugeordnet werden können, und einer „Energiewende im Verkehr“, der die Strategie der „Verbesserung“ zugeordnet werden kann (2017, S. 13-20).

Kapitel 2 – Warum Verkehrsverlagerung?

1. Zunächst sollte der nicht erforderliche Verkehr vermieden werden (Suffizienz);
2. vom dann noch verbleibenden Verkehr sollte möglichst viel Verkehr von individualmotorisierten Fahrzeugen auf die Verkehrsmittel des Umweltverbunds verlagert werden (Konsistenz) und
3. die dann fahrenden Fahrzeuge (MIV und Umweltverbund) sollten durch technische und organisatorische Maßnahmen verbessert werden (Effizienz).
4. Henricke et al. (2021) fügen diesen drei „klassischen“ Strategien eine zusätzliche Strategie der „Verkehrsgerechtigkeit“ hinzu (S. 234). Sie argumentieren, dass Gerechtigkeitsfragen bei Klimaschutz und Verkehrswende nicht nur als ein wünschenswertes „nice-to-have“ verstanden werden sollten, sondern als eine „wichtige Erfolgsvoraussetzung z.B. auch für die demokratische Mehrheitsbildung“ (S. 339).

Im Folgenden werden die vier Strategien näher erläutert und hinsichtlich ihrer Wirkmechanismen vergleichend beschrieben, um die spezifische Rolle der Verkehrsverlagerung darzustellen. Im folgenden Unterkapitel wird die spezifische Rolle der Verkehrsverlagerung für städtische Räume näher erläutert.



Eigene Abbildung

Abbildung 2-13: Verkehrspolitische Strategien: Vermeiden, Verlagern, Verbessern – und mehr Verkehrsgerechtigkeit

Verkehrsvermeidung

Bei der Strategie der „Verkehrsvermeidung“ ist es wichtig hervorzuheben, dass es dabei nicht darum geht, Mobilitätsbedürfnisse zu beschränken, sondern Mobilität mit möglichst wenig Verkehr zu ermöglichen, indem Wegelängen verkürzt oder Wege überflüssig gemacht werden (Gather et al. 2008, S. 136; Reutter 2010, S. 180; Agora Verkehrswende 2017, S. 15). Das kann z.B. erfolgen durch Home Office, Videokonferenzen, kompakte und nutzungsgemischte

Siedlungsstrukturen entlang schienengebundener Verkehrsinfrastruktur und der Förderung einer „Stadt der kurzen Wege“ (z.B. 15-Minuten-Stadt, vgl. Gertz & Werner 2022). Verkehr, der gar nicht erst erforderlich ist, kann dabei als der größte Gewinn zur Verkehrsgerechtigkeit angesehen werden, da dadurch keine negativen Effekte entstehen wie Lärm, Luftschadstoffe, Unfallgefahr oder soziale Exklusion, etwa wenn Ziele des gesellschaftlichen Lebens nur von denen gut erreicht werden können, die einen eigenen Pkw besitzen und fahren können.

Die Wirkmechanismen der Strategie der Verkehrsvermeidung sind dabei unterschiedlich einzuschätzen. So wirken kommunal gestaltbare siedlungsstrukturelle Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung eher langfristig und „träge“. Das Umweltbundesamt schätze das CO₂-Minerungspotenzial für Maßnahmen zur Vermeidung von Personenverkehr durch die sukzessive Realisierung des Siedlungskonzepts einer „Stadt/Region der kurzen Wege“ auf -10% von 2005 bis 2020 und auf -15% bis 2030 (jeweils gegenüber dem business-as-usual (BAU)-Szenario nach TREMOD⁵⁷ (UBA 2010, S. 23). Eine Studie des Wuppertal Instituts schätzt die Effekte ambitionierter raumstruktureller Maßnahmen als sehr gering und vernachlässigbar ein (deutlich kleiner als 1%; Rudolph et al. 2016). Und auch die Modellierung von Maßnahmen zur Entwicklung verkehrsvermeidender Siedlungsstrukturen im integrierten Modell „Ruhrgebiet 2050“ (3. Fachartikel, Kapitel 4.3) entfalten alleine modelliert kaum Effekte zur Verkehrsverlagerung oder CO₂-Reduktion – wohl aber in kombinierter Modellierung mit Push- und Pull-Maßnahmen, was die Relevanz eines integrierten Ansatzes für längerfristig zu realisierende Verlagerungseffekte hervorhebt (Müller & Reutter 2022).

Verkehrsverlagerung

Der nicht vermeidbare Verkehr sollte nach dem „push- und pull-Prinzip“ auf vergleichsweise nachhaltigkeitsorientiertere Verkehrsmittel verlagert werden (Konsistenz), also insbesondere vom motorisierten Individualverkehr auf die Verkehrsmittel des Umweltverbunds (Müller 2017a). Die Verkehrsmittel unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Energiebilanzen, Schadstoffemissionen und Umweltwirkungen deutlich voneinander, wobei die Verkehrsmittel des Umweltverbunds pro Person mit deutlich niedrigeren Umweltbelastungen als im MIV verbunden sind – etwa bei den CO₂-Emissionen, der Flächeninanspruchnahme, Luftschadstoffemissionen und Lärmbelastung, der Verkehrssicherheit, der Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum und den Mobilitätschancen für nichtmotorisierte Verkehrsteilnehmende (z.B. Kinder und Jugendliche, Ältere, Personen, die aus Nachhaltigkeitsgründen keinen eigenen Pkw besitzen). Für die Verkehrsverlagerung ist es grundlegend, Verkehrs- und Stadtplanung integrativ zu betreiben und die Vielzahl möglicher Einzelmaßnahmen in einer konsistenten „push & pull-Strategie“ umzusetzen (Müller 2017a, S. 19).

Zum Erreichen von Verkehrsverlagerung zielen **Pull-Maßnahmen** darauf ab, nachhaltigkeitsorientiertere Verkehrsmittel mit dem Umweltverbund attraktiver zu machen (z.B. Ausweitung und Taktverdichtung im öffentlichen Verkehr, Ausbau Radwege & Radabstellanlagen, verbesserte Bedingungen für das zu Fuß gehen) und dadurch Menschen zur Nutzung der Verkehrsmittel des Umweltverbunds zu bewegen. **Push-Maßnahmen** zielen darauf ab, das Autofahren weniger attraktiv zu machen und restriktiv gegen den Autoverkehr vorzugehen (z.B. Tempolimits, Parkraumbewirtschaftung, Gebühren, Umverteilung von Straßenraum vom MIV zum Umweltverbund, Zugangsbeschränkungen, autofreie Innenstädte). Gerade restriktive Maßnahmen gegen den Autoverkehr sind häufig mit hohen gesellschaftlichen Widerständen verbunden, was

⁵⁷ TREMOD (Transport Emission Model) ist das Emissionsberechnungsmodell, das den motorisierten Verkehr in Deutschland hinsichtlich seiner Verkehrs- und Fahraufwände, Energieverbräuche und THG- sowie Luftschadstoffemissionen für den Zeitraum 1960 bis heute sowie im Trendszenario bis 2050 abbildet (ifeu o.J.).

auch in einer (z.B. versorgungsökonomisch bedingten) Abhängigkeit vom Auto in unserem heutigen Verkehrssystem begründet liegt („Zwangsmobilität“). Für Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung ist es daher wichtig, dass die politischen und planerischen Akteure in einer Stadt „erweiterte Partizipationsmöglichkeiten“ (WBGU 2011, S. 216) bereitstellen, damit durch Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger die besten Lösung für Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung gefunden werden können (Kühne 2018). Die Leitplanken, dass ein grundlegender Wandel der Mobilität in Städten vorangebracht werden soll, sollte dabei aber nicht verhandelbar sein. Um das zu erreichen, braucht es den Mut und die Entschlossenheit der politischen Entscheidungsträger*innen, ambitionierte Maßnahmen umzusetzen.

In der Literatur werden die Potenziale zur Verkehrsverlagerung als prinzipiell hoch eingeschätzt, insbesondere für die Verlagerung von Verkehr in städtischen Räumen. Rund zwei Drittel der Bevölkerung Deutschlands lebt in Metropolen und Stadtregionen (infas et al. 2019d, S. 28). Der Studie „Mobilität in Deutschland“ zufolge entspricht der in städtischen und ländlichen Regionen⁵⁸ entstehende Anteil an Verkehr dem dort lebenden Bevölkerungsanteil: „So sind die 63 Prozent der Bevölkerung, die in Stadtregionen leben, auch für 64 Prozent der Wege und 63 Prozent der Kilometer verantwortlich“ (infas et al. 2019a, S. 30; nach Destatis 2024b leben sogar 71 Prozent der deutschen Bevölkerung (60 Mio. Personen) in Großstadtregionen). Auch die Wegelängen der als Fahrer*in mit dem MIV zurückgelegten Distanzen in Stadtregionen zeigen, dass hier ein prinzipiell hohes Verlagerungspotenzial besteht: So sind im Jahr 2017 rund 7 Prozent der Wege kürzer als einen Kilometer und damit in einer gut geeigneten Fußwegelänge. Rund ein Drittel (36%) der Wege ist zwischen einem Kilometer und unter 5 Kilometern lang und damit in gut geeigneter Radfahrlänge. Ein Fünftel der Wege (21%) ist zwischen 5 und unter 10 Kilometern lang – diese Wegelängen könnten gut mit dem Fahrrad oder dem mit einem Elektromotor unterstützten Pedelec zurückgelegt werden (eigene Auswertung mit MiT 2017)⁵⁹. Das Umweltbundesamt schätzt das Verlagerungspotenzial von innerörtlichen Pkw-Fahrten auf den ÖPNV für den Zeitraum 2005 bis 2020 auf 10 Prozent gegenüber einem BAU-Szenario (UBA 2010, S. 23). 50 Prozent der Pkw-Fahrten, die innerorts kürzer als 5 Kilometer sind, werden bis 2020 und 2030 als verlagerbar eingeschätzt (ebd., S. 35).

Verkehrsverbesserung

Der nicht vermeidbare und nicht verlagerbare Verkehr sollte in einer dritten Stufe technisch und organisatorisch verbessert werden (Effizienz), insbesondere für gemeinschaftlich genutzte Fahrzeuge, z.B. durch die Elektrifizierung des ÖPNV, leichtere und in der Größe dem Bedarf angepasste Fahrzeugen, energieeffiziente Fahrweise (EcoDriving) und die effiziente und sichere Organisation der Verkehrsströme. Die technische Verbesserung der Fahrzeuge für den MIV ist gegenüber kollektiven Fahrzeugen mit höheren Zielkonflikten zur Nachhaltigkeit verbunden, weshalb MIV-Fahrzeuge in der untersten Spitze der umgedrehten Pyramide (Abbildung 2-13) separat von kollektiven Fahrzeugen dargestellt werden.

Bei der Strategie der „Verkehrsverbesserung“ im Sinne einer Antriebswende im MIV ist zu berücksichtigen, dass damit wesentliche soziale und ökologische Problemlagen des MIV weiterhin bestehen bleiben (vgl. Kapitel 2.1-2.2), wie der Bedarf knapper Flächen im städtischen Raum, Unfallgefahr, die Beeinträchtigung des öffentlichen Raums, Ressourcenverbrauch, der Bedarf an (kritischen) Rohstoffen und regenerativ erzeugtem Strom für E-Mobilität, der auch für andere Sektoren benötigt wird (z.B. Nutzungskonkurrenz mit der Wärmewende durch den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen). Für die Fahrzeugproduktion wird zudem regenerativ

⁵⁸ Vgl. die regionalstatistischen Raumtypen nach BMDV 2021.

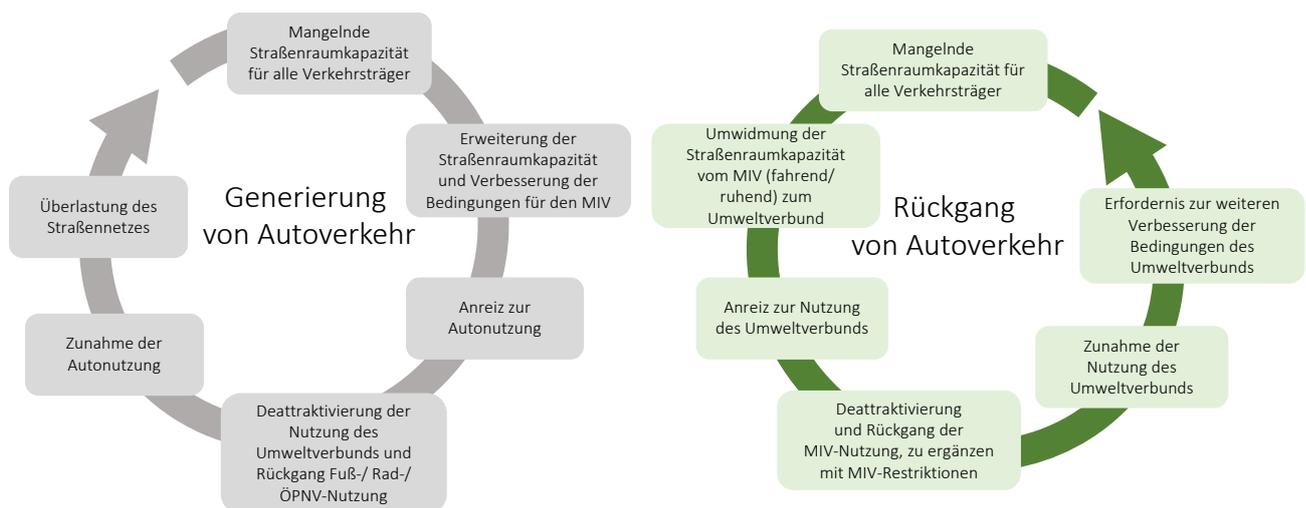
⁵⁹ MiT 2017 = Mobilität in Tabellen 2017, abrufbar unter <https://mobilitaet-in-tabellen.dlr.de> (Zugriff 23.01.2024).

erzeugter „grüner“ und zertifizierter Wasserstoff benötigt, der aber bis auf weiteres nur begrenzt verfügbar sein wird. Darüber hinaus erweckt die Diskussion um die technologischen Machbarkeiten (z.B. E-Fuels) und die Elektrifizierbarkeit des Verkehrs schnell den Eindruck, „dass der motorisierte Individualverkehr mit kleineren Einschränkungen fast unverändert bestehen bleiben kann (...)“ (SRU 2012, S. 195), was die Strategien der Verkehrsvermeidung und Verkehrsverlagerung auf der politischen Agenda nach hinten rücken lassen kann.

Verkehrsgerechtigkeit

Hinsichtlich der Schaffung von „Verkehrsgerechtigkeit“ geht es darum, die Privilegien für den Autoverkehr abzubauen (z.B. kostenloses Parken im öffentlichen Raum), gleiche Zugangschancen zu Mobilitätsoptionen zu generieren (z.B. günstiger ÖPNV durch 49 Euro Ticket) und den ungleich verteilten Belastungen und (Gesundheits-)Risiken durch den MIV entgegenzuwirken (z.B. Geschwindigkeitsreduktion, Zufahrtsbeschränkungen). Abbildung 2-13 integriert die Perspektive der Verkehrsgerechtigkeit als querliegend zu verfolgende Strategie und zeigt an, mit welcher Verkehrsgerechtigkeit bzw. welchem Risiko die Strategien jeweils verbunden sind (qualitative Einschätzung der Autorin). Je nach Strategie wird ein unterschiedlicher Beitrag zur Verkehrsgerechtigkeit geleistet– mit dem höchsten Beitrag durch einen Verkehr, der gar nicht erst entsteht und erforderlich ist (Verkehrsvermeidung), gefolgt von der Nutzung nachhaltigkeitsorientierterer Verkehrsmittel. Fahrzeugtechnische Verbesserungen sind wichtig für Klimaneutralität, aber vor dem Hintergrund bestehender Problemlagen im Verkehr (insbesondere Flächenverbrauch, Unfallgefahr, Luftschadstoffe, Lärm, kritische Rohstoffe, geopolitische Abhängigkeiten; siehe ergänzend Kapitel 2.1-2.2) mit z.T. erheblichen Risiken verbunden.

Vom Prinzip her sollte es darum gehen, die bisher verkehrserzeugende Spirale aus Privilegien und Verbesserungen für den Autoverkehr im Sinne eines Paradigmenwechsels umzukehren und klar den Umweltverbund zu privilegieren, auch durch restriktive Maßnahmen gegen den Autoverkehr, um einen Rückgang von Autoverkehr zu bewirken (Abbildung 2-14).



Eigene Abbildung in Anlehnung an Aichinger & Lennard 2022, eigene Anpassungen

Abbildung 2-14: Die MIV-Verkehrserzeugungsspirale umkehren: Erforderlicher Paradigmenwechsel in Verkehrspolitik und -planung von einer autoorientierten zur verkehrsgerechten Stadt des Umweltverbunds

2.4 Die Rolle der Städte: Vulnerable und selbstverwaltende „Schulen der Demokratie“

*„Our struggle for global sustainability will be won or lost in cities“
(früherer UN-Generalsekretär Ban Ki Moon 2012 nach UN 2012)*

Die Rolle der Städte „im Ringen um nachhaltige Entwicklung“ (Radermacher 2015, S. 335) ergibt sich einerseits dadurch, dass eine immer größere Anzahl an Menschen in Städten und Großstadtregionen wohnt und künftig wohnen wird – insbesondere global, aber auch in Deutschland (Destatis 2024b). Die in Städten lebenden Menschen sind dabei „gleichzeitig Treiber und Betroffene globaler Umweltveränderungen“ (WBGU 2016, S. 8). So konzentrieren sich in Städten Arbeitsplätze, (hochspezialisierte) Versorgungseinrichtungen, kulturelle Angebote und viele Menschen (BMWSB 2024), was Städte zum Zielort zahlreicher Wege macht und hohe Pendlerströme aus dem Umland erzeugt, die bislang oft mit dem Auto zurückgelegt werden (IT.NRW 2023). Im globalen Maßstab verursachen Städten ca. 67 bis 72% der globalen Treibhausgasemissionen (Jahr 2020) (IPCC 2022, S. 6). Gleichzeitig sind Städte aufgrund des hohen Anteils versiegelter Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke besonders von den Folgen des Klimawandels betroffen, z.B. wenn die städtischen Temperaturen in Hitzephasen mehr als 10 Grad über den Temperaturen des Umlands liegen können (urbaner Hitzeinseleffekt).⁶⁰

Kommunen⁶¹ gelten oft als „dritte Ebene“ im föderalen Staatsaufbau, sind staatsorganisationsrechtlich aber Teil der Verwaltung der Bundesländer (BMI o.J.). Das deutsche Grundgesetz räumt Kommunen das Recht auf kommunale Selbstverwaltung ein, d.h. „alle Angelegenheiten der örtlichen Gemeinschaft im Rahmen der Gesetze in eigener Verantwortung zu regeln“ (Art. 28, Abs. 2, Satz 1 GG). Dazu zählen insbesondere die Aufgaben-, Gebiets-, Planungs-, Satzungs-, Finanz-, Organisations- und Personalhoheit (Landschaftsverband Westfalen-Lippe o.J.). Zu den durch Bund bzw. Land per Gesetz vorgeschriebenen Pflichtaufgaben zählen beispielsweise der ÖPNV und die Einrichtung und Instandhaltung von Verkehrseinrichtungen. Zu den freiwilligen Aufgaben einer Kommune zählt beispielsweise die kommunale Radverkehrsförderung. Radverkehrsförderung ist somit keine „Pflichtaufgabe“ im haushaltsrechtlichen Sinne (Bracher 2013, S. 3; Schneider & Bauer 2019, o.S.).

Die Hervorhebung kommunaler Autonomie erfolgt einerseits aus pragmatischen Erwägungen, da „örtliche Belange und Probleme (...) den unmittelbar betroffenen Gemeindebürgern nahe und deshalb relativ vertraut (sind)“ (Holtmann 1990, o.S.). Durch den Einbezug lokaler Kompetenz werden staatliche Politik und Verwaltung bei der Erledigung öffentlicher Aufgaben zugleich entlastet und legitimiert (ebd.). Andererseits gelten Kommunen durch die Nähe zu den Bürgerinnen und Bürgern als Elementarschulen der Demokratie (ebd.), da sie die zentralen Orte der politischen Teilhabe sind (Stiftung Mitarbeit o.J.). In Schweden unterscheidet man vereinfachend zwischen „großer“ und „kleiner“ Demokratie: „Auf der Ebene der ‚großen Demokratie‘ werden Rahmenbedingungen für alle geschaffen (z.B. fiskalisch, förderpolitisch) und Gesetze beschlossen. Im Rahmen der ‚kleinen Demokratie‘ regeln die Leute ihre alltäglichen Angelegenheiten als Betroffene im direkten Umgang selbst miteinander“ (ebd.).

⁶⁰ Geographische Bedingungen wie Tallagen können einen urbanen Hitzeinseleffekt zusätzlich verstärken (vgl. Landeshauptstadt Stuttgart o.J.).

⁶¹ Zu Kommunen zählen Gemeinden, Städte und Kreise, vgl. <https://www.bpb.de/kurz-knapp/lexika/lexikon-einfacher-sprache/290474/kommunen/>.

Das föderale System Deutschlands umfasst somit sehr unterschiedliche Machtsysteme: Die „ferne“ Bundes- und Landespolitik, wo wesentliche Rahmenbedingungen geschaffen und Gesetze beschlossen werden, die demokratisch gewählte Macht auf wenige Personen verteilt ist und wo auch politische Beeinflussung durch Lobbyarbeit über wenige Personen zielgerichtet (Deckwirth 2024; ; Lamprecht 2017; Reimer 2024) und z.T. über persönliche Kontakte erfolgt (Traufetter 2019). Und die „nahe“ kommunale Ebene, wo Menschen einander mitunter kennen und im gemeinsamen Dialog und Austausch die besten sachorientierten Lösungen⁶² für ganz konkrete Probleme vor Ort finden können. Bei den vor Ort lebenden Menschen kann dies zu Selbstwirksamkeitserfahrungen beitragen, d.h. „die subjektive Gewissheit einer Person, neue oder schwierige Anforderungssituationen aufgrund eigener Kompetenzen bewältigen zu können“ (Barysch 2015, S. 201). Das wiederum kann dazu beitragen, einem gesellschaftlichen Rechtsruck aus Ohnmachtserfahrungen heraus entgegenzuwirken (Lehming 2023; Westheuser 2024), was demokratietheoretisch die besondere Rolle der Kommunalpolitik für nachhaltige Entwicklung aufzeigt. Die Politik hat hierfür Beteiligungsformate auf Augenhöhe bereitzustellen (BMVI 2014; Kühne 2018).

Kommunen sind bereits heute zu Klimaschutz verpflichtet (Verheyen & Hölzen 2022, S. 55). Diese Verpflichtung ergibt sich dadurch, dass Kommunen als Organe des Staates an die Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts gebunden sind und damit an seinen Beschluss aus dem Jahr 2021 zur Notwendigkeit der intertemporalen Freiheitssicherung durch angemessenen und vorsorgenden Klimaschutz (ebd., S. 55, BVerfG 2021). Zudem sind Kommunen als Organe der vollziehenden Gewalt zur Beachtung des in Artikel 20a des Grundgesetzes verankerten Klimaschutzgebots verpflichtet (Verheyen & Hölzen 2022, S. 29):

„Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen und die Tiere im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung durch die Gesetzgebung und nach Maßgabe von Gesetz und Recht durch die vollziehende Gewalt und die Rechtsprechung“ (Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland Artikel 20a).

Das Bundesklimaschutzgesetz regelt in § 13 Abs. 1 ausdrücklich, dass Kommunen als Träger öffentlicher Aufgaben die Ziele des Bundesklimaschutzgesetzes zu berücksichtigen haben:

„Die Träger öffentlicher Aufgaben haben bei ihren Planungen und Entscheidungen den Zweck dieses Gesetzes und die zu seiner Erfüllung festgelegten Ziele zu berücksichtigen.“

Wie genau deutsche Kommunen Klimaschutz insgesamt und im Verkehr umsetzen, ist jedoch nicht durch konkrete Vorgaben oder explizite Pflichten geregelt und bislang auch keine kommunale Pflichtaufgabe⁶³, sondern Gegenstand der kommunalen Selbstverwaltungshoheit (Verheyen & Hölzen 2022, S. 5).⁶⁴ Viele deutsche Städte haben sich in den letzten Jahren freiwillig konkrete Ziele zur Treibhausgasreduktion gesetzt, etwa im Rahmen kommunaler Klimaschutz-

⁶² So spielen beispielsweise in der Kommunalpolitik Parteien eine geringere Rolle als in der Landes- und Bundespolitik (Naßmacher & Naßmacher 2007, S. 242), was mitunter zu einstimmigen Entscheidungen und konkordanzdemokratischen Strukturen führen könne (ebd., S. 228, 242). Die Bedeutung der Parteizugehörigkeit nehme mit steigender Stadtgröße zu (ebd., S. 244).

⁶³ Vgl. Forderungen der Kommunen, Klimaschutz und Klimaanpassung zur kommunalen Pflichtaufgabe zu machen (RNE 2024b, S. 5 f.).

⁶⁴ Die kommunale Selbstverwaltung wird in Deutschland verfassungsrechtlich in Artikel 28, Absatz 2 des Grundgesetzes garantiert.

konzepte oder durch ihre Mitgliedschaft in Städtenetzwerken, wie dem 1990 gegründeten Klimabündnis oder der 2008 gegründeten globalen Initiative „Covenant of Mayors“ (Konvent der Bürgermeister*innen). Seit dem Jahr 2019 haben sich darüber hinaus viele Städte konkrete und ambitionierte Ziele zum Erreichen der Treibhausgasneutralität gesetzt, etwa Tübingen, Mannheim und Münster bis zum Jahr 2030 oder Dortmund, Frankfurt am Main, Freiburg, Gießen, Konstanz, Düsseldorf, München und Soest bis zum Jahr 2035. Zudem haben 74 deutsche Kommunen seit dem Jahr 2019 den „Klimanotstand“ ausgerufen (German Zero 2022), d.h. sie erkennen durch politische Beschlüsse an, dass der Klimawandel eine Krise darstellt und dass schnellere und ambitioniertere Maßnahmen ergriffen werden müssen (Klimabündnis o.J.; UBA 2022a). In der „Fossil-Fuel-Free Streets Declaration“ bekunden 35 internationale Städte ihr Bestreben, bis 2030 Fahrzeuge mit Verbrennermotor aus weiten Teilen ihrer Städte zu verbannen, darunter die deutschen Städte Berlin und Heidelberg (C40 Cities 2021, S. 12 f. & 24). Und 100 europäische Städte, darunter neun deutsche Städte, nehmen an der „EU-Mission 100 klimaneutrale Städte“ bis 2030 teil (Europäische Kommission 2022).

Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung zählen zu den klassischen Handlungsfeldern der kommunalen Verkehrspolitik (Böhler-Baedeker et al. 2012, S. 25; Reutter 2008, S. 40; Müller 2017b, S. 19; UBA 2022c), was die prinzipielle Möglichkeit eröffnet, von autoorientierten Regimelogiken auf übergeordneten politischen Ebenen im Rahmen der gesetzlichen Möglichkeiten abzuweichen. In der kommunalen Verkehrsplanung sind Kommunen dafür zuständig, Gebiete verkehrlich zu erschließen, Verkehrswege zu erneuern und umzugestalten, die Verkehrssicherheit zu steigern und den öffentlichen Personennahverkehr zu planen, und dies – sofern vorhanden – entlang der Zielsetzungen eines Verkehrsentwicklungsplans (VEP) oder kommunaler Mobilitätskonzepte umzusetzen (UBA 2022b). Neben der vertikalen Verteilung sind Kompetenzen und Zuständigkeiten auch horizontal über verschiedene Ämter verteilt, insbesondere im Stadt- und/oder Verkehrsplanungsamt, im Ordnungsamt, in der Wirtschaftsförderung und auch im Grünflächenamt. Auf Bundesebene regeln das Straßenverkehrsgesetz (StVG)⁶⁵ und die Straßenverkehrsordnung (StVO)⁶⁶ in weiten Teilen, welche Handlungsräume und -grenzen Kommunen bei der kommunalen Verkehrsplanung haben und welche Mobilitätsmöglichkeiten verschiedenen Verkehrsträgern zugestanden wird. Auf Landesebene kommt insbesondere das Straßen- und Wegegesetz hinzu.⁶⁷ Förderschwerpunkte von Bundes- und Landesebene beeinflussen darüber hinaus die Möglichkeiten für kommunale Experimentierfelder.

Das Umweltbundesamt unterstreicht mit seinem 2022 entwickelten Leitbild der „Dreifachen Innenentwicklung“, dass sich in Städten Herausforderungen wie Klima- und Ressourcenschutz, Anpassungen an den Klimawandel, Erhalt der biologischen Vielfalt und die Ermöglichung einer hohen Lebensqualität und gesunder Umweltbedingungen bündeln, weshalb „Funktionen und Nutzungen in der Stadt neu gedacht“ werden sollten (UBA 2022b, S. 5). Vor diesem Hintergrund hat das Umweltbundesamt im Dezember 2022 das planerische Leitbild der dreifachen Innenentwicklung veröffentlicht, welches das Leitbild der doppelten Innenentwicklung (bauliche Dichte bei qualifiziertem urbanem Grün) um die räumliche Dimension der Mobilität ergänzt (UBA 2022b). Das Leitbild betont die besondere Bedeutung einer urbanen Verkehrswende mit deutlich weniger Autoverkehr und Autobesitz als heute,⁶⁸ weil eine kompakte, funktionsgemischte Stadt eine drastische Reduzierung von Pkws ermögliche und durch Flächenumvertei-

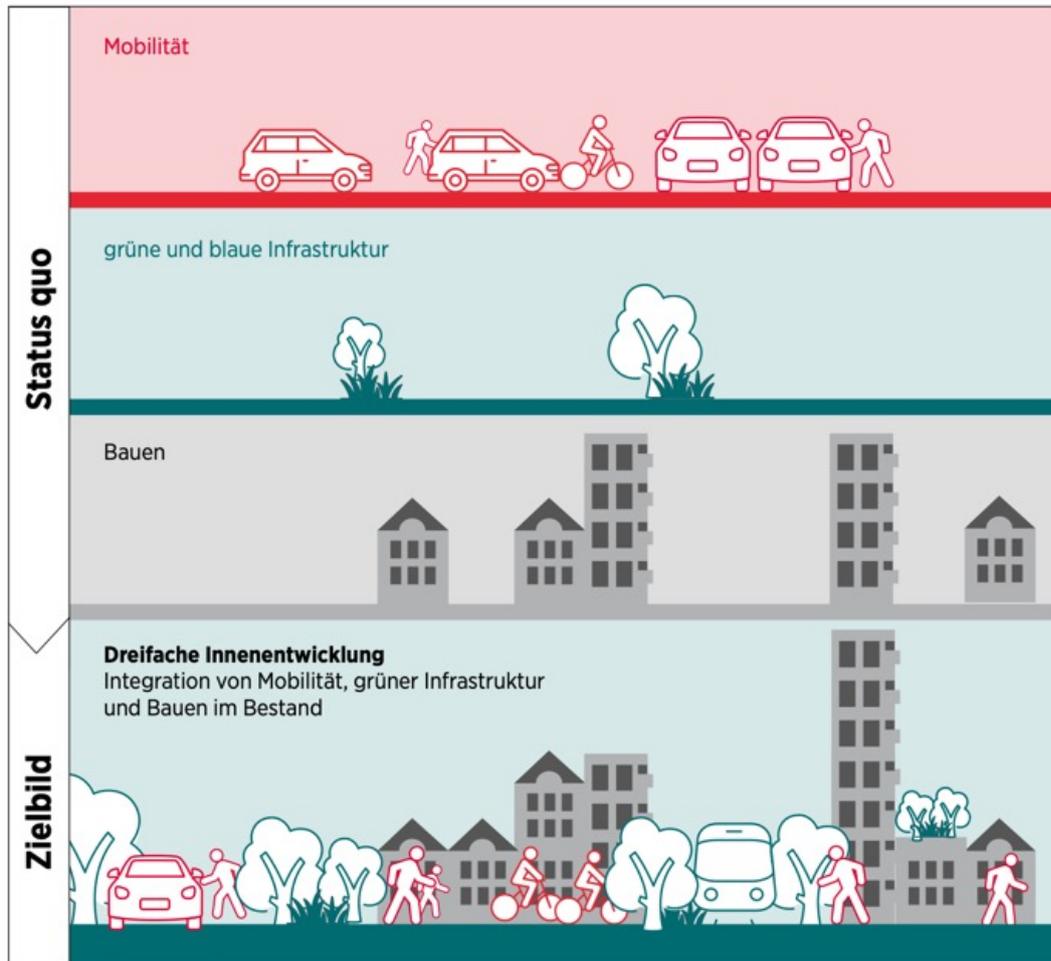
⁶⁵ Straßenverkehrsgesetz: <https://www.gesetze-im-internet.de/stvg/>

⁶⁶ Straßenverkehrsordnung: https://www.gesetze-im-internet.de/stvo_2013/

⁶⁷ Vgl. für NRW: Straßen- und Wegegesetz des Landes Nordrhein-Westfalen (StrWG NRW), https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?anw_nr=2&bes_id=3894&aufgehoben=N

⁶⁸ Das Umweltbundesamt bezeichnet die Verkehrswende als „Schlüssel zur Stadt für Morgen“ (UBA 2017, S. 13).

lungen wertvoller Stadtraum gewonnen werden könne für Wohnen,⁶⁹ Erholen,⁷⁰ Stadtnatur⁷¹ und bessere Bedingungen für umweltfreundlichere Verkehrsmittel (ebd., S. 5). Attraktivere Aufenthalts- und Erholungsflächen im öffentlichen Raum bzw. im Lebensumfeld der Bewohner*innen einer Stadt sind direkt erlebbare Qualitätsgewinne vor Ort – deren Relevanz die Corona-Pandemie zusätzlich hervorgehoben hat für die Schaffung resilienter Städte⁷² (Böhler et al. 2021). Zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels wie Hitze und Starkregenereignisse werden nach dem Prinzip der „Schwammstadt“ (Siemer 2022; Wienecke 2023) zudem weniger versiegelte Asphalt- und mehr Grün-, Blau- und Freiflächen benötigt, die eine wichtige Funktion für das städtische Mikroklima und Einfluss auf die städtische Lufttemperatur haben (Verminderung von Hitzeinseln) (vgl. auch Trapp & Winker 2020).



Quelle: Müller 2024, S. 47 in Anlehnung an UBA 2022b, S. 6, eigene Weiterentwicklung

Abbildung 2-15: Das Prinzip der dreifachen Innenentwicklung im Vorher-Nachher-Vergleich: Flächengewinne durch weniger fließenden und ruhenden Pkw-Verkehr für resiliente und zukunftsfähige Städte

⁶⁹ Vgl. Kritik des Europarats: Deutschland tue zu wenig gegen Armut und Wohnungsnot (Europarat 2023).

⁷⁰ Vgl. Ziel des EU-Naturwiederherstellungsgesetzes: Kein netto-Verlust an städtischen Grünflächen und Baumüberdeckung bis 2030 und ab 2030 kontinuierliche Zunahme (Europäische Kommission 2024). WHO-Zielvorschlag für Stadtgebiete: Zugang zu öffentlichen Grünflächen von mindestens 0,5 bis 1 Hektar in nicht mehr als 300 Metern Luftlinie Entfernung (ungefähr 5 Gehminuten) (WHO 2017, S. 11).

⁷¹ Vgl. „Masterplan Stadtnatur“ (BMUV 2019).

⁷² Stadtsoziologe Prof. Dieter Rink definiert eine Stadt als resilient, „wenn sie gegenüber Krisen, Katastrophen, Extremereignissen, Pandemien oder sonstigen Stressoren robust und widerstandsfähig ist“ (UFZ 2023).

Als Zielwert schlägt das UBA eine Reduzierung des Pkw-Bestands auf 150 Pkw pro 1.000 Einwohner*innen in Städten vor (ohne Zieljahr, vgl. UBA 2017, S. 49; UBA 2022b, S. 11) – das entspricht in etwa einer Reduzierung des Pkw-Bestands auf ein Drittel des heutigen Pkw-Bestands in Städten (UBA 2017, S. 5).

Für Transformationsprozesse zur Nachhaltigkeit stellen Städte wichtige Laboratorien für Maßnahmen einer nachhaltigen Entwicklung dar (WBGU 2011). In Städten besteht am ehesten die Möglichkeit zur Interaktion verschiedenster öffentlicher und privater Akteure und damit der Schaffung von Experimentierfeldern für innovative Lösungen. Insbesondere in dieser frühen Transformationsphase der Nischenentwicklung stellen Städte wichtige Akteure für Wandlungsprozesse dar (Geels 2011). Systeminnovationen umfassen dabei nicht nur neue Technologien und Infrastrukturen, sondern auch soziale Innovationen, wie veränderte Denk- und Handlungsmuster im Sinne von anderen sozialen (Mobilitäts-)Praktiken und Kulturen der (politischen) Interaktion (Howaldt und Jacobsen 2010; Grießhammer & Brohmann 2015, S. 23). Städte werden so zu Orten des gemeinsam gelebten demokratischen Streits und Miteinanders, wo Zukunft und Innovationen ganz konkret gestaltet werden⁷³ (Hermann 2023; Radermacher 2015, S. 335).

2.5 Zwischenfazit: Die planetaren und sozialen Grenzen erfordern die umfassende und mehrheitsfähige Reduktion von Autoverkehr

Die Ausführungen im zweiten Kapitel zeigen, dass die akuten Bedrohungen durch den Klimawandel und die komplexen Wechselwirkungen zu anderen planetaren Belastungsgrenzen ein sofortiges, schnelles und umfassendes Handeln für eine Verkehrswende erfordern. Für die Mobilität der Menschen in den Städten kann es dabei nicht nur um eine Antriebswende gehen, sondern aus Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsgründen sowie zur Entwicklung eines sozial gerechten Verkehrssystems vor allem darum, den MIV so weit wie möglich zu reduzieren. Die kommunale Ebene ist dabei der Ort, wo im gemeinsamen Diskurs und im demokratischen Streit die besten Lösungen gefunden werden können für die Gestaltung einer nachhaltigen Mobilität für alle.

Aus den gesetzlich verankerten Klimaschutzziele ergibt sich nicht, welche konkreten Anforderungen das an die kommunale Ebene stellt, welche Rolle der Verkehr hierbei einnimmt oder mit welchem Gewicht die Strategien zur Verkehrsvermeidung, Verkehrsverlagerung und Verkehrsverbesserung verfolgt werden sollten. Dies erfordert eine weitere Konkretisierung der übergeordneten strategischen Ziele für die verschiedenen politischen Ebenen und die einzelnen zu adressierenden Bereiche. In den folgenden Kapiteln wird deshalb untersucht und dargestellt, welche Leitbilder und Zielsetzungen für die Gestaltung einer nachhaltigen urbanen Personenmobilität Orientierung bieten können.

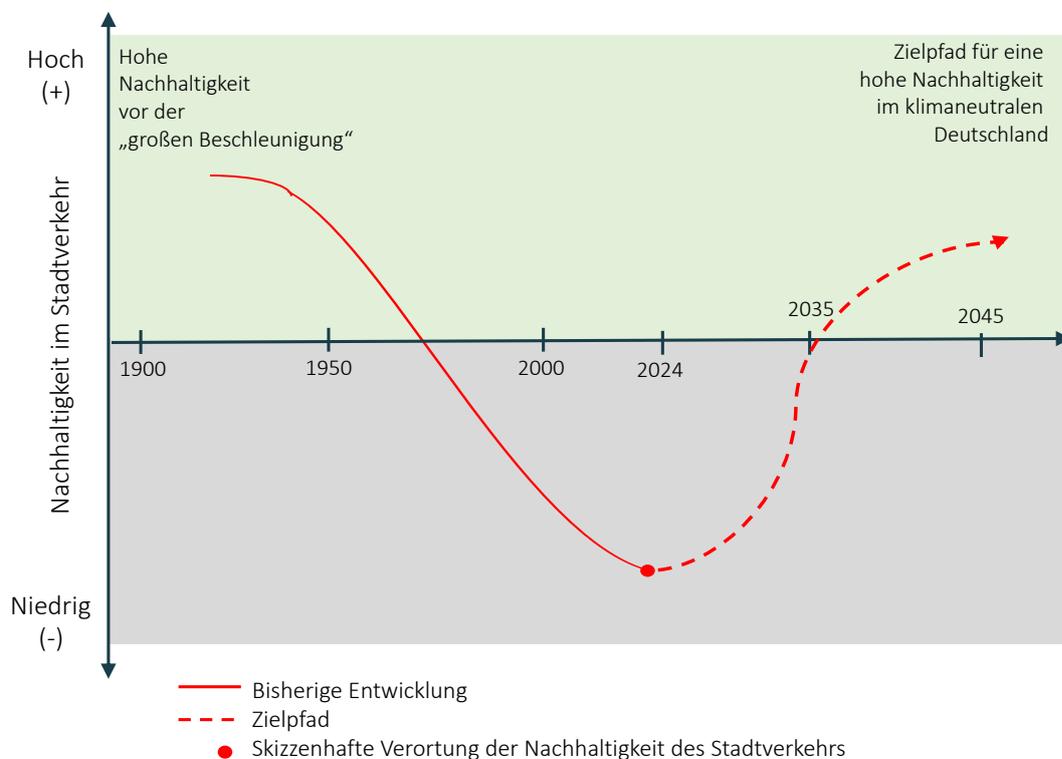
⁷³ Vgl. auch UBA 2017, S. 9: „Gerade urbane Räume können Innovatoren und Keimzellen für nachhaltige Lösungen der Zukunft sein.“

3 Wie viel? Modal Split Zielwertvorschlag

„Auch für die Stadt der Zukunft braucht es Vorstellungen, Phantasie und Wunschbilder. Ohne wird es nicht möglich sein, Menschen für Veränderungen zu gewinnen, die nicht sofort positiv spürbar sind, sondern die erst mittel- oder langfristig ihren vollen Nutzen offenbaren. Der Weg dorthin ist lang und nicht immer einfach. Aber er lohnt“ (UBA 2027, S. 12)

3.1 Leitbilder für nachhaltige Mobilität

Nachhaltige Entwicklung und eine Verkehrswende mit bedeutend weniger Autoverkehr als heute erfordern erhebliche Veränderungen in unseren Stadtstrukturen, der Aufteilung des Raums für die verschiedenen Verkehrsträger und den Mobilitätsmöglichkeiten der Menschen – kurz: eine deutlich neue Vorstellung von der Welt, die uns tagtäglich umgibt. Die Erfordernis der Transformation unserer Strukturen hin zu viel nachhaltigeren Strukturen und die Bündelung der gesellschaftspolitischen Kräfte für so eine Aufgabe bringen erhebliche Herausforderungen mit sich. Wissenschaftliche Erkenntnisse wie die der „Großen Beschleunigung“ und der „Planetaren Grenzen“ (Kapitel 2.1) helfen dabei, die Dimensionen nicht-nachhaltiger Entwicklungen zu begreifen und Anhaltspunkte dafür zu erhalten, in welcher Richtung, Größenordnung und Geschwindigkeit Veränderungen in der Vergangenheit stattgefunden haben und welche Trendwenden erforderlich sind. Abbildung 3-1 gibt grafisch eine heuristische Orientierung über die Größenordnung der Veränderungen für eine nachhaltige Entwicklung seit der „großen Beschleunigung“ seit den 1950er Jahre, als auch der Privat-Pkw-Besitz rasant zunahm.



Eigene Abbildung in Anlehnung an Müller et al. 2021, S. 114-123

Abbildung 3-1: Bisherige Entwicklung und idealtypischer Zielpfad für die Transformation des Stadtverkehrs in Richtung Nachhaltigkeit

Eine heuristische Orientierung zu den Transformationserfordernissen ist wichtig, weil Menschen entsprechend dem psychologischen Konzept der Verfügbarkeitsheuristik vor allem das uns verfügbare Wissen über bisherige, im direkten Lebensumfeld wahrgenommene Entwicklungen nutzen, um abzuleiten, was künftig möglich und veränderbar sein könnte (Stegemann 2024, S. 133-136; Mehnert⁷⁴ o.J.). Auch das Phänomen der „Shifting Baselines“ der Umweltwissenschaften spielt hier mit rein (Pauly 1995). Shift Baselines bezeichnen eine Art „kollektive Wahrnehmungsverschiebung“ (Winnemuth 2019), bei der die von einer Generation jeweils gewohnte Umgebung als Norm wahrgenommen wird (Froese 2021), z.B. hinsichtlich eines „normalen“ Verkehrsaufkommens durch Pkw in der Stadt. Maßnahmen für mehr Nachhaltigkeit werden so zu Vorhaben für ein Abweichen von dieser Norm, was von den Menschen als zusätzliche Unsicherheiten in einer ohnehin immer komplexeren und von multiplen Krisen geprägten Welt wahrgenommen werden kann – etwa, wenn der Autoverkehr in Städten reduziert werden soll. Die menschlichen Wahrnehmungslogiken folgen zudem einem linear geprägten Denken, was die Vorstellungskraft für beschleunigte, disruptive Veränderungen beeinträchtigt (Meadows 2010, S. 111 f.).

Vor diesem Hintergrund zeigt sich, warum es für nachhaltige Entwicklung wichtig ist, attraktive und positive Leit- und Zukunftsbilder zu entwickeln (Messner et al. 2019, S. 5; UBA 2018, S. 64f.), die die Richtung, Größenordnung und Geschwindigkeit erforderlicher Veränderungen in einem positiven Narrativ aufzeigen. Leitbilder stellen auf kurze, verständliche und griffige Weise dar, was als wichtig angesehen wird oder wohin eine Entwicklung kurz- bis mittelfristig gehen sollte („So möchten wir leben“). Oft werden anschauliche Sprachbilder verwendet. Das vom damaligen Kanzlerkandidaten Willy Brandt 1961 formulierte Leitziel „Der Himmel über dem Ruhrgebiet muss wieder blau werden“ kann hierfür als positives Beispiel herangezogen werden: Angesichts der damaligen, förmlich sichtbaren gesundheitsgefährdenden Luftverschmutzung im Ruhrgebiet stellte es ein äußerst ambitioniertes, aber gleichzeitig positiv erstrebenswertes und realisierbares Leitziel dar (UBA 2011). Das Leitziel wirkt hinsichtlich seines Ambitionsniveaus bis heute im Ruhrgebiet nach, was sich anhand von daran angelehnten, weiterentwickelten ambitionierten Leitzielen zeigt.⁷⁵ Aus handlungstheoretischer Sicht besteht der Wert solcher Leitbilder darin, dass sie Orientierung geben und Identität stiften für kollektiv anzugehende Transformationserfordernisse, die das Zusammenwirken vielfältiger Akteursgruppen erfordern.

Im Verkehrsbereich spielen Leitbilder eine besondere Rolle. So hat das Leitbild der „autogerechten Stadt“ (Reichow 1959) in der Zeit des Wiederaufbaus nach dem Zweiten Weltkrieg lange dazu geführt, dass Siedlungsfunktionen entsprechend der Charta von Athen räumlich getrennt geplant wurden und ein möglichst ungehinderter Verkehrsfluss für das Auto ermöglicht werden sollte, während umweltverträglichere Verkehrsarten dem Auto in der Stadt untergeordnet wurden (Leggewie 2015). Das Leitbild der „autogerechten Stadt“ wird mittlerweile aufgrund der negativen Nachhaltigkeitseffekte im Allgemeinen abgelehnt. Die Ablehnung von Fahrverboten in den Innenstädten oder von Erweiterungen autofreier Zonen zeigen aber, dass das Leitbild aufgrund von tief eingeübten Verhaltensweisen und strukturellen Gegebenheiten bis heute nachwirkt bzw. politisch verfolgt wird. Aus einer Transformationsicht ist es essenziell,

⁷⁴ „Wenn wir also gefragt werden, wie wir uns die Zukunft vorstellen, greift unser Gehirn auf die erste Sache zurück, an die es sich erinnert und leitet daraus unsere Zukunftsvorstellung ab“ (Mehnert o.J., o.S.).

⁷⁵ Z.B. hinsichtlich des „Generationenprojekts“ der Renaturierung der Emscher (vgl. Titel von Wuppertal Institut 2013a: „(...) wie der blaue Himmel über der Ruhr in die Emscher fiel“ sowie Müller et al. 2021, S. 104-107), dem Vorhaben des Ruhrgebiets, sich im EU-Städtewettbewerb „European Green Capital“ um den Titel zu bewerben (Wuppertal Institut 2013b) sowie dem ambitionierten regionalen Leitziel des Ruhrgebiets einer „Transformation zur grünsten Industrieregion der Welt“ (Müller et al. 2021; RVR 2021).

neue, nachhaltigkeitsorientierte Leitbilder zu etablieren, die kollektivem Handeln als Orientierung dienen können, wie z.B. die Leitbilder „nachhaltige Mobilität für alle“ (Hennicke et al. 2021), „Verkehrsgerechtigkeit“ (ebd.; Gössling 2016), „Flächengerechtigkeit“ (Drews 2022), „Städte für Menschen“ (Gehl 2015), „Die lebenswerten Stadt“ (Drewes 2019), „Die 15-Minuten-Stadt“ (Gertz & Werner 2022), „Entschleunigung“ (Schweddes 2017, S. 163), „Weniger ist Mehrwert“ (Wetzchewald 2023b), „Recht auf Stadt“ (Schmidt 2020), „Recht auf ein Leben ohne Auto“ (Diehl nach Handelsblatt Disrupt 2022) und ein „gutes Leben“ (Schneidewind & Zahrnt 2014; Messner 2015, S. 267).

Gerade für die urbane Verkehrswende gilt, dass die Co-Benefits einer Reduzierung des Autoverkehrs erfasst und kommuniziert werden sollten, um die Akzeptanz für Maßnahmen zur Reduzierung des Autoverkehrs zu erhöhen. Menschen tendieren gerade in Unsicherheitssituationen dazu, Risiken zu vermeiden, weshalb Veränderungsvorhaben oft auf Widerstände treffen, „auch wenn das bedeutet, auf potenziell höhere Gewinne zu verzichten“ (Risikoaversion) (Thill 2023). Die Vorteile, die durch die Verkehrswende für die Lebensqualität in der Stadt gewonnen werden können, sollten dargestellt und messbar gemacht werden, um Widerstände gegen Veränderungen abzubauen und Akzeptanz für verkehrsreduzierende Maßnahmen zu schaffen.

Schweddes weist Bezug nehmend auf Antonio Gramscis Hegemonie-Konzept⁷⁶ darauf hin, dass die Wirkmacht von Diskursen von den gesellschaftlichen Kräfteverhältnissen abhängt, die sie umgeben. Diskurse würden somit von der Frage begleitet, wer die Vorherrschaft über einen Diskurs hat bei gleichzeitigem Vorhandensein nicht-hegemonialer, untergeordneter Diskurse (Schweddes 2017, S. 34 f.). Die bestimmenden Diskurse könnten dabei nicht als fix und stabil angesehen werden, sondern als fragil und „ständig (in) Bewegung“ (ebd., S. 35), weshalb die Frage nach den vorherrschenden und mit Legitimität versehenen Diskursen einer ständigen Erörterung, Debatte und Einbettung in konkrete Kontexte bedürfe, um genügend Mitstreiter*innen hinter einer Idee zu versammeln und handlungsleitende Wirkung zu entfalten (ebd.).

Die Entwicklung von Leitbildern ist daher als kontinuierlich zu betreibender Prozess zu verstehen, der neue Entwicklungen aufnehmen und Prioritäten setzen sollte. Neben Leitbildern von der Politik als Hauptakteurin für die Gestaltung des gesellschaftlichen Wandels (z.B. BMDV 2022a, S. 8; Landesregierung NRW 2016, S. 6) können Leitbilder auch von anderen Akteuren wie der Zivilgesellschaft (Germanwatch 2023, S. 4 f.), der Wissenschaft⁷⁷ und von Unternehmen (Assmann 2021) wichtige Impulse für den Diskurs über nachhaltige Mobilität geben. Die Formate können unterschiedlich sein und neben Leitbildtexten auch Bilder (vgl. Bündnis sozialverträgliche Mobilitätswende 2021 (Titelblatt), Schaller et al. 2023; Wuppertal Institut o.J. a & b) oder künstlerische Ansätze umfassen (Treude 2016, S.28-31), um „das neue, wo wir hinwollen, fühl- und greifbar, erfahrbar“ zu machen, um „Potenziale aufzuzeigen, die vor uns liegen“ und um so „vom Fühlen zum Handeln zu kommen“ (Schaller nach Florin 2024; vgl. auch das „Herz-Hirn-Hand“-Modell für transformatives Lernen, Singleton 2015).

⁷⁶ Hegemonie kann nach Gramsci (1891-1937) verstanden werden als die „Fähigkeit der herrschenden Gruppen und Klassen, ihre Interessen dahin gehend durchzusetzen, dass sie von den zu beherrschenden Gruppen und Klassen als ihre eigenen beziehungsweise als gesellschaftliches Allgemeininteresse angesehen werden. (...) Die entstehenden Verhältnisse werden weitgehend akzeptiert und damit gefestigt“ (Brand 2004). In Bezug auf die Verkehrswende kann Gramscis Hegemoniekonzept auf das in weiten Teilen der Gesellschaft nicht hinterfragte Automobilitätsregime bezogen werden.

⁷⁷ Vgl. Hennicke et al. 2021, S. 75-82; Jansen et al. 2016, S. 10 f.; Koska et al. 2020, S. 9-11; Müller et al. 2021, S. 20-24; Reutter et al. 2015.

3.2 Indikatoren zur Operationalisierung von Leitbildern

Entsprechend der „Good Governance“-Kriterien z.B. des European Sustainable Development Network (ESDN o.J.) sollen qualitative Leitbilder durch operationalisierte, d.h. messbar gemachte Ziele konkretisiert werden: Was genau soll sich bis wann ändern? Operationalisierte Ziele erfüllen eine wichtige Orientierungsfunktion für nachhaltige Entwicklung. „Wie ein Kompass zeigen sie, wohin die Reise gehen soll und informieren darüber, wie sich der Zustand in einem bestimmten Sachverhalt über die Zeit entwickelt“ (Müller 2023, S. 8). Ambitionierte Ziele sollten als Teil eines positiven Diskurses zu nachhaltiger Entwicklung verstanden (ebd., S. 9) und politisch beschlossen werden, um so Orientierung für die Richtung, Größenordnung und Geschwindigkeit der politisch gewollten Veränderungen aufzuzeigen. Operationalisierte Ziele sollten dabei so gewählt werden, dass sie die so genannten SMART-Kriterien erfüllen (Maxwell et al. 2015), d.h. sie sollten

- **Spezifisch** sein, d.h. einen präzise definierten Sachverhalt abbilden,
- **Messbar** sein, d.h. beobachtbar, überprüfbar und vergleichbar sein,
- **Attraktiv** sein, d.h. positiv erstrebenswert sein,
- **Realisierbar** sein, d.h. mit den vorhandenen Ressourcen und Kompetenzen erreichbar sein und
- **Terminiert** sein, d.h. auf klare Zeitpunkte bezogen werden.

Gerade die Frage nach der Realisierbarkeit, d.h. dem Ambitionsniveau von Zielen (das „R“ in SMART) kann dabei hoch umstritten sein (vgl. Müller et al. 2024 (noch unveröffentlicht), S. 17). Reale Beispiele der jüngsten deutschen Geschichte zeigen, dass gesellschaftspolitische Entwicklungen und politische Entscheidungen prinzipiell zu deutlich beschleunigten bis hin zu disruptiven Veränderungen führen können. Beispiele dafür sind der Fall der Berliner Mauer der deutschen Wiedervereinigung, den SED-Funktionär Günter Schabowski mit den Worten einleitete: „Das tritt... nach meiner Kenntnis... ist das sofort“ (DW Deutsch 2014, Minute 2:10). Beim Atomausstieg stellte die Reaktorkatastrophe von Fukushima am 11.03.2011 den auslösenden Moment (bzw. das politische Gelegenheitsfenster) für Bundeskanzlerin Angela Merkel der konservativen CDU dar, um den Ausstieg aus der Atomenergie am 30.06.2011 mit einer großen Mehrheit von 85,5% der Bundestagsabgeordneten zu beschließen (Deutscher Bundestag 2012).

Auch wenn im Verkehrsbereich viele Veränderungen eher graduell verlaufen werden, weil viele infrastrukturelle Veränderungen Zeit brauchen und Ressourcen erfordern (Geld, Personal), gibt es auch im Verkehrsbereich Beispiele für Maßnahmen, die beschleunigte bis disruptive Veränderungsdynamiken entfalten können. Dazu kann beispielsweise das zum 1. Mai 2023 eingeführte, deutschlandweit gültigen „Deutschlandticket“ für 49 Euro pro Monat gezahlt werden, was der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen eine „Tarifrevolution“ nennt (VDV 2024). Verkehrsverlagernde Wirkungen des Deutschlandtickets ließen sich durch die parallele Einführung von wirkräftigen Maßnahmen wie City Mauts vermutlich noch deutlich erhöhen. Weitere Beispiele für Maßnahmen mit prinzipiell beschleunigten Wirkpotenzialen sind die während der Corona-Pandemie in vielen Städten entstandenen „Pop-up“-Radwege, die durch die Umwidmung von Pkw-Fahrbahnen in Radwege in kurzer Zeit umgesetzt wurden. Die Einführung von Fahrverboten, wie sie Bundesverkehrsminister Wissing angedroht hatte, um eine beschleunigte Novelle des Bundesklimaschutzgesetzes zu bewirken (tagesschau.de 2024f), könnte sogar disruptive Veränderungsdynamiken zur Folge haben – und zu sozialen Spannungen führen, wenn qualitativ hochwertige Mobilitätsalternativen zum eigenen Pkw nicht gut ausgebaut sind.

3.3 Der Modal Split als Indikator zur Messung von Verkehrsverlagerung

Für die Messung des Erfolgs verkehrspolitischer Ansätze zur Verkehrsverlagerung wird in vielen Kommunen sowie auf Bundes- und Länderebene der Indikator des Modal Splits verwendet. Der Modal Split gibt an, mit welchen Verkehrsmitteln die Menschen ihre Wege (aufkommensbezogener Modal Split) oder Distanzen (aufwandsbezogener Modal Split) zurücklegen (Müller 2017b; Schäfer-Sparenberg 2021). Die Erfassung des Modal Splits erfolgt in der Regel im Rahmen von stichprobenartigen Haushaltsbefragungen, bei denen die befragten Personen anhand von Wegeprotokollen angeben, welche Wege sie bei welchen Distanzen zu welchem Zweck und mit welchen Verkehrsmitteln zurückgelegt haben (Infas et al. 2019b, S. 16 & 24). Die Nutzung des Modal Splits als Indikator weist einige methodische Schwächen auf, die bei seiner Verwendung zu berücksichtigen sind.

So wird In der verkehrsplanerischen Praxis meistens der aufkommensbezogene (relative) Modal Split verwendet, was zu „deutlichen Fehleinschätzungen der tatsächlichen Verkehrsentwicklung verleiten kann“ (Holz-Rau 2018 et al., S. 539), da kurze Wege ohne Unterscheidung mit langen Wegen gleichgestellt werden (Wetzchewald 2023a, S. 120). Das ist problematisch, weil ein relativ sinkender MIV-Anteil mit mehr Verkehrsbelastungen einhergehen kann, wenn der absolute Verkehrsaufwand im MIV zunimmt. So zeigen auch die aktuellen Daten der deutschlandweiten Studie „Mobilität in Deutschland“, dass die mit dem MIV zurückgelegten Wege zwischen 2002 und 2017 zwar zurückgegangen sind. Die mit dem MIV zurückgelegten Personenkilometer, also der Verkehrsaufwand, hat jedoch kontinuierlich zugenommen (infas et al. 2019c, S. 11, 13, 26; Abbildung 3-2), wodurch auch die Umweltwirkungen des Verkehrs zugenommen haben dürften. Um die negativen Auswirkungen des Verkehrs zu messen, sollte der Modal Split sowohl hinsichtlich des Verkehrsaufkommens, als auch hinsichtlich des Verkehrsaufwands dargestellt werden sowie weitere Indikatoren zur Messung der Umweltwirkungen hinzugezogen werden (z.B. Energieverbrauch, Flächenverbrauch, Lärm, Luftschadstoffe, Mobilitätsarmut, Unfälle, Flächenzerschneidung, evtl. Mikroplastik).⁷⁸ Nachhaltigkeitsstrategien sollten nicht nur verkehrsspezifische Indikatoren und Zielwerte darstellen, sondern auch die Wechselwirkungen zu anderen Nachhaltigkeitsdimensionen und -zielen aufzeigen (Synergien und Zielkonflikte, vgl. Kapitel 2.1-2.2).

⁷⁸ Vgl. Wetzchewald & Reutter 2021, S. 76-81 für weitere verkehrsspezifische Nachhaltigkeitsindikatoren und wissenschaftlich begründete Zielvorschläge.

Kapitel 3 – Wie viel? Modal Split Zielwertvorschlag



Quelle: infas et al. 2019c, S. 26; eigene Ergänzung der gesetzten Klammern

Abbildung 3-2: Entwicklung von Verkehrsaufkommen und Verkehrsaufwand nach Verkehrsmitteln in Deutschland (2002, 2008, 2017)

Eine weitere Einschränkung des Modal Split-Indikators ist, dass Daten sowohl zwischen Kommunen als auch innerhalb einer Kommune nicht direkt miteinander vergleichbar sein können, wenn sich die Erhebungsmethoden unterscheiden, z.B. bei einer postalischen gegenüber einer telefonischen Datenerhebung, unterschiedlichen Erhebungszeiträumen (Jahreszeit, Dauer) oder unterschiedlichen Witterungseinflüssen (Holz-Rau et al. 2018, S. 541). Modal Split-Erhebungen bilden in der Regel die Mobilität der Wohnbevölkerung eines Ortes ab (oder nur der Kernstadt), während Einpendelverkehre unberücksichtigt bleiben (ebd., S. 541). Die Schwächen des Modal Split Indikators halten Holz-Rau et al. für so gravierend, dass sie empfehlen, den „relative(n) Modal Split nicht zur Beschreibung von Entwicklungen und Städtevergleichen und ebenso nicht als Zielgröße städtischer Verkehrspolitik“ zu verwenden (ebd., S. 535). Sie halten es für sinnvoller, die absoluten Kenngrößen der Fahrtenhäufigkeit sowie die dabei zurückgelegten Distanzen nach Verkehrsmitteln zu verwenden (ebd.).

Im Rahmen dieser publikationsbasierten Dissertation wird der wegebasierte Modal Split-Indikator trotz seiner methodischen Schwächen als zentraler Indikator zur Zieldefinition und Erfolgsmessung von Verkehrsverlagerung verwendet. Aus den folgenden Gründen: Der Modal Split Indikator der Wege wird als robuster und praktikabler Indikator gesehen, da mit ihm im Sinne eines näherungsweise Proxy-Indikators auf der Basis einer bestehenden Datengrundlage zur Verkehrsmittelwahl der Bewohner*innen von Städten ein schneller erster Check zur Nachhaltigkeit im städtischen Personenverkehr erfolgen kann. Durch die Nutzung des Wege-Modal Splits können grundlegende Entwicklungstendenzen als plausible Orientierungswerte gewonnen werden, insbesondere hinsichtlich der Richtung, Größenordnung und

Geschwindigkeit von Veränderungen. Einige Kommunen nutzen den wegebasierten Modal Split bereits seit vielen Jahren für ihre verkehrspolitische Zielsetzungen, zur verkehrspolitischen Erfolgsmessung und als Argumentationsgrundlage für Anpassungen in ihrer Verkehrspolitik. So hat sich z.B. die Stadt Wien bereits 1993 ihr erstes Verkehrsverlagerungsziel gesetzt (25% Wege-Anteil des Autos bis 2010) (Stadt Wien 1993), die Entwicklungen seitdem systematisch und regelmäßig erhoben und veröffentlicht (vgl. 3. Fachartikel, Müller & Reutter 2022, S. 15 und Abbildung 4-5) und den Wege-Anteil des MIV von 40% in 1993 auf 26% in 2023 reduziert (Stadt Wien 2022). Bis 2025 soll der MIV-Wegeanteil auf 20% reduziert werden, bis 2030 auf 15% und bis 2050 auf „deutlich unter 15%“ (Stadt Wien 2015, S. 15). Steigende MIV-Wegeanteile waren 2019 ein Grund dafür, dass die Einführung einer City-Maut von Politik und Stadtgesellschaft diskutiert wurde (Gaigg 2019). Die Nutzung anderer, ggf. neu zu entwickelnder Indikatoren würde vielleicht die konkreten Umweltauswirkungen besser abbilden. Der Fokus dieser Arbeit liegt aber vor allem auf der Nutzung von Indikatoren, um daraus verkehrspolitische Empfehlungen abzuleiten. Aufgrund der für viele Städte verfügbaren Datenlage, seiner Eingängigkeit und guten Kommunizierbarkeit wird deshalb des Fokus dieser Arbeit auf den Indikator des Wege-Modal Split gelegt.

3.4 Erster Fachartikel: Leitbild „Nachhaltiges NRW 2030“ und Modal Split-Zielvorschlag für die NRW-Nachhaltigkeitsstrategie (Zusammenfassung)

1. referierter Fachartikel	Vision Development towards a Sustainable North Rhine-Westphalia 2030 in a science-practice dialogue
Autor*innen	Miriam Müller & Oscar Reutter
Journal	Sustainability 2017, 9(7), 1111 (open access)
Link	https://www.mdpi.com/2071-1050/9/7/1111

Der erste referierte Fachartikel beschreibt die Entwicklung eines wissenschaftlichen Vorschlags für ein Leitbild „Nachhaltiges Nordrhein Westphalen 2030“ als Bestandteil der ersten Landeshaltigkeitsstrategie für Nordrhein-Westphalen (NRW) (Reutter et al. 2015). Das Leitbild ist entstanden im Rahmen eines wissenschaftlichen Begleitprojekts des Wuppertal Instituts, das die Entwicklung und Ausgestaltung der ersten Nachhaltigkeitsstrategie NRW, die 2016 verabschiedet wurde, begleitete (Fördermittelgeber: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW, Gesamtprojektlaufzeit 2013-2017).⁷⁹

Nachhaltigkeitsstrategien werden als Bestandteil eines kontinuierlichen, iterativen Prozesses verstanden, der Aspekte der formalen Planung mit gesellschaftspolitischen Lernprozessen verbindet (ESDN n.y.). Nachhaltigkeitsstrategien sollen koordiniertes Handeln zur Adressierung von Nachhaltigkeitsthemen auf verschiedenen politischen Ebenen auf integrierte, kohärente Weise organisieren. Nachhaltigkeitsstrategien sollten dabei soziale, ökologische und ökonomische Belange systematisch miteinander in Verbindung setzen und mit kohärenten Strategien adressieren (ebd., S. 29). Nachhaltigkeitsstrategien sollten auf einem Leitbild aufbauen, durch ein Set von operationalisierten, d.h. messbar gemachten Zielen spezifiziert werden, mit Maßnahmen zum Erreichen der Ziele hinterlegt werden und hinsichtlich ihres Fortschritts

⁷⁹ Vgl. die Projektseite des Wuppertal Instituts zum Forschungsprojekt „Nachhaltigkeitsstrategie NRW – Konzeptuelle Analysen und Überlegungen zur Ausgestaltung einer Nachhaltigkeitsstrategie NRW aus wissenschaftlicher Sicht“ auf <https://wupperinst.org/p/wi/p/s/pd/469>

Kapitel 3 – Wie viel? Modal Split Zielwertvorschlag

regelmäßig überprüft werden (Monitoring), um Lernprozesse zu ermöglichen (Dalal-Clayton & Bass 2002, S. 29).

In einem der Forschungsmodule, in dem die Promovendin als wissenschaftliche Mitarbeiterin arbeitete, wurde der Leitbildvorschlag in drei Dialogrunden zwischen den am Forschungsmodul beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des Wuppertal Instituts und weiteren Akteurinnen und Akteuren aus Wissenschaft, Zivilgesellschaft und Landesministerien diskutiert (Reutter et al. 2015, S. 10) und unter Berücksichtigung der Anmerkungen weiterentwickelt (Müller & Reutter 2017, S. 8).

Im Ergebnis ist ein vier Seiten langer, qualitativer Leitbildtext als wissenschaftlicher Vorschlag entstanden. Der Leitbildtext beschreibt eine positive und erstrebenswerte nachhaltigkeitsorientierte Zukunft im Jahr 2030 (was hat sich alles wie verändert), und soll eine motivierende und sinnstiftende Wirkung entfalten. Im Aufbau beinhaltet der erste Teil des Leitbilds eine Zusammenfassung der wichtigsten Inhalte des Leitbilds auf einer knappen halben Seite – also einer Länge, die für die Verwendung des Leitbildvorschlags durch die Praxis in einer Nachhaltigkeitsstrategie angemessen sein könnte. Als wesentliches Prinzip werden die ökologischen Belastungsgrenzen des Planeten nach dem wissenschaftlichen Konzept der neun planetaren Grenzen nach Rockström et al. 2009 (vgl. Kapitel 2.1.2) als zentraler Handlungsrahmen benannt, also das Prinzip einer „starken“ im Vergleich zu einer „schwachen“ Nachhaltigkeit (Ott 2016) betont (Reutter et al. 2015, S. 1 & 10). Gleichzeitig unterstreicht bereits der zweite Satz im Abschnitt den Leitgedanken, die industriellen Strukturen NRWs im Rahmen einer nachhaltigen Entwicklung zu erhalten und zu stärken – also die nachhaltigkeitsorientierte Transformation der Industriestrukturen zu verfolgen und nicht etwa deren Abwanderung ins Ausland unter womöglich Beibehaltung nicht-nachhaltiger Produktionsmethoden.



Quelle: Eigene Abbildung in Müller & Reutter 2017, S. 9

Abbildung 3-3: Zusammensetzung des Leitbilds „Nachhaltiges NRW 2030“: Qualitativer Leitbildtext mit operationalisierten Zielvorschlägen, Quellenangaben und erläuternden Endnoten

Der zweite Absatz des Leitbilds stellt den spezifischen Bezug zum Land NRW dar und unterstreicht hierbei die besondere Bedeutung von NRW als bevölkerungsreichstem Bundesland und bedeutendem Industriestandort mit unterschiedlichen Teilräumen. Darüber hinaus stellt der Absatz in motivierender Intention dar, wie die im Land bereits vorliegenden Erfahrungswerte zur Gestaltung von Wandlungsprozessen für die anstehende Transformation gewinnbringend genutzt werden können (Kenntnisse aus vergangenen Strukturwandlungsprozessen und als

Einwanderungsland). Im 3. bis 5. Abschnitt folgen die spezifischen Leitbildteile für die soziale, ökonomische und ökologische Dimension. Dabei wurde die soziale Dimension bewusst an die erste Stelle gesetzt, um zu verdeutlichen, dass eine nachhaltige Entwicklung ausdrücklich für das Wohlergehen der Menschen angestrebt wird. Der sechste Abschnitt erläutert, „wie“ die Transformation zur Nachhaltigkeit gelingen kann: im Rahmen eines kontinuierlichen und weiterzuentwickelnden Prozesses und im gemeinsamen Engagement der verschiedenen Akteure (Gemeinschaftswerk, vgl. Gröne & Liedke 2022; Hennicke et al. 2021, S. 13).

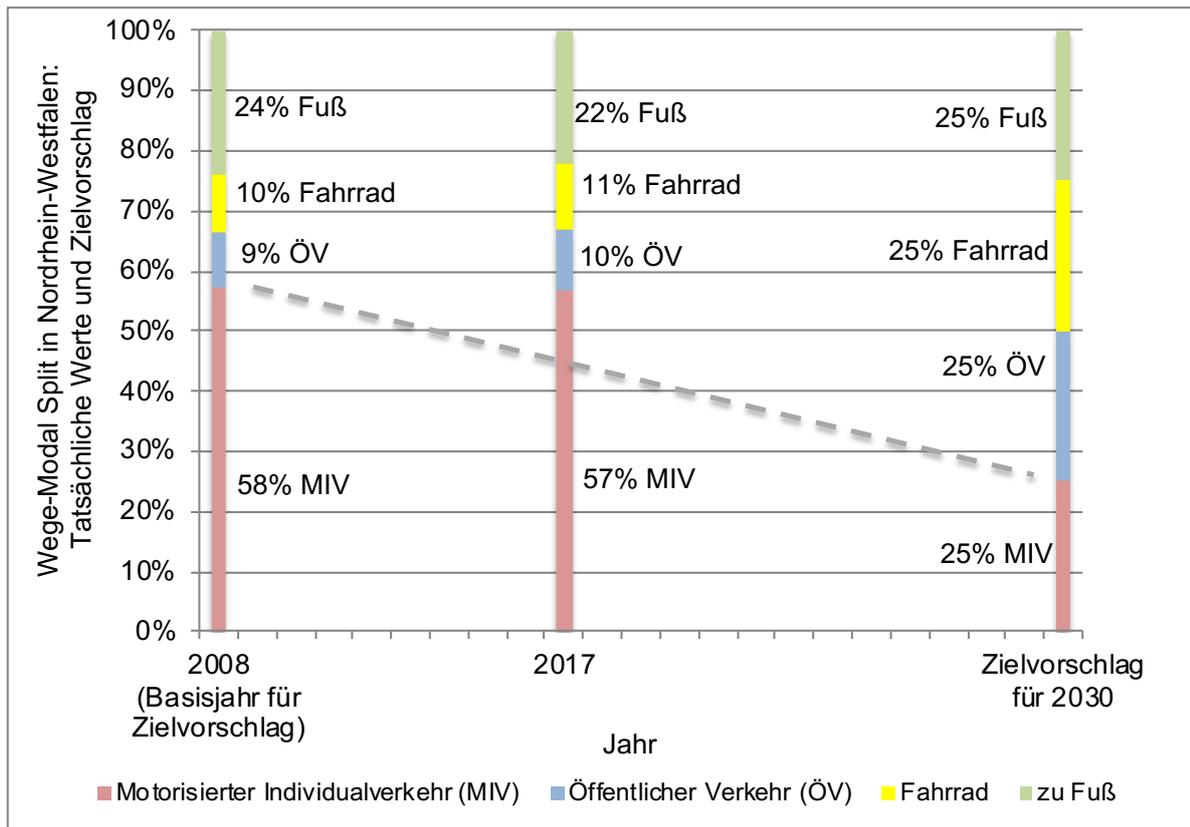
Das qualitative Leitbild wird an geeigneten Stellen durch terminierte und quantifizierte Zielvorschläge konkretisiert und operationalisiert (was sollte bis wann erreicht werden?). Die operationalisierten Zielvorschläge werden entweder direkt im qualitativen Leitbild erwähnt oder in ausführlicheren Endnoten (vier Seiten mit Endnoten). Die operationalisierten Zielvorschläge wurden von bestehenden Zielen der über- oder untergeordneten politischen Ebenen (z.B. Bundesklimaschutzziele, regionale Ebene, kommunale Ebene), gesellschaftspolitischen Zielvorschlägen (z.B. von Behörden oder Verbänden) oder wissenschaftlichen Forschungsergebnissen abgeleitet. Die Herleitungen der Zielvorschläge werden ausführlich erläutert, damit sie plausibel und sachbegründet nachvollzogen werden können. Das Leitbild beinhaltet drei zusätzliche Seiten mit insgesamt 43 Quellenangaben, die die wissenschaftliche Fundierung der Zielvorschläge darlegen (vgl. Müller & Reutter 2017, S. 9).

Für die Konkretisierung einer nachhaltigen Mobilität der Menschen adressiert das Leitbild die Strategien der Verkehrsvermeidung (Förderung verkehrssparsamer Siedlungsstrukturen & Nutzungsmischung, Reutter et al. 2015, S. 4) und der Verkehrsverlagerung – und schlägt für letzteres das operationalisierte Ziel eines „4x25% Modal Splits“ der zurückgelegten Wege im Jahr 2030 vor (ebd., S. 11 f.; Eigene Abbildung

Abbildung 3-5), also dass künftig jeweils ein Viertel aller Wege zu Fuß, mit dem Fahrrad, dem öffentlichen Verkehr und dem MIV zurückgelegt werden.

Der Zielvorschlag wurde unter anderem abgeleitet aus bestehenden verkehrspolitischen Zielsetzungen auf kommunaler und regionaler Ebene NRWs (Stadt Essen 2024; Metropole Ruhr nach Wuppertal Institut 2013b, S. 19). Die Stadt Essen, die im Jahr 2017 den Titel der Europäischen Kommission „European Green Capital“ trug, hat sich für das Jahr 2035 das Ziel eines „Vier Viertel Modal Splits“ gesetzt. Und auch international gibt es einige Städte mit ambitionierten Zielsetzungen zur Verkehrsverlagerung. Die Stadt Kopenhagen möchte ihren Pkw-Anteil bis zum Jahr 2025 auf 25% reduzieren, die Stadt London bis zum Jahr 2041 auf 20% (Müller & Reutter 2022, S. 15; Abbildung 4-5). Städte sind staatsorganisationsrechtlich Teil der Landesverwaltung, wo sie alle örtlichen Angelegenheiten in kommunaler Selbstverwaltung regeln (Art. 28, Abs. 2, Satz 1 GG). Eine Landesnachhaltigkeitsstrategie kann mit einem Modal Split Landeszielwert eine wichtige Signalwirkung in Richtung Kommunen senden, da die Strategien der Verkehrsvermeidung und der Verkehrsverlagerung zentrale Handlungsfelder der kommunalen Ebene darstellen.

Das Bild einer Torte aus vier Vierteln ist ein leicht zu kommunizierendes Zielbild (Müller & Reutter 2017, S. 18). Da der MIV-Wegeanteil in NRW im Jahr 2008 bei 58% lag, stellt der Zielvorschlag eines 25%-MIV-Wegeanteils bis 2030 einen ambitionierten Ansatz der Größenordnung „Autoverkehr zeitnah halbieren“ dar. Abbildung 3-4 verdeutlicht dieses Ambitionsniveau, auch da die später veröffentlichten Daten für 2017 zeigen, dass die Größenordnung des MIV-Anteils von 2008 bis 2017 nahezu konstant geblieben ist, also noch keine Trendumkehr in Richtung nachhaltiger Mobilität zu erkennen ist.



Eigene Abbildung

Abbildung 3-4: Modal Split in NRW in den Jahren 2008 und 2017 sowie Zielvorschlag für 2030

Neben einem wegebasierten Modal Split Zielvorschlag beinhaltet das entwickelte Leitbild auch operationalisierte Zielvorschläge mit Verkehrsbezug, insbesondere Treibhausgasemissionen, Ressourcen- und Energieverbrauch, Verkehrstote, Feinstaub- und Stickstoffdioxidemissionen, Lärmbelastung, Flächenverbrauch (Müller & Reutter 2017, S. 10 f. & 17). Der Bezug dieser Wechselwirkungen zur Umweltgerechtigkeit wird im Fachartikel dargelegt (ebd., S. 17 f.).

Im Ergebnis wurden einige Bestandteile des wissenschaftlichen Leitbildvorschlags und der wissenschaftlichen Zielvorschläge von der im Jahr 2016 verabschiedeten ersten Nachhaltigkeitsstrategie NRW übernommen (vgl. den Abgleich in Müller & Reutter 2017, S. 14). Dies zeigt den Einfluss, den Vorschläge wissenschaftlicher Akteure auf die Entwicklung einer Nachhaltigkeitsstrategie und die Prägung eines Nachhaltigkeitsdiskurses haben können – und wie auch politische Akteure wissenschaftlich fundierte Vorschläge für ihre Politikgestaltung nutzen können. Hinsichtlich des Modal Split Zielvorschlags wurde in der politisch verabschiedeten ersten NRW-Nachhaltigkeitsstrategie ein ähnlicher, seitens der Arbeitsgemeinschaft fußgänger- und fahrradfreundlicher Städte, Gemeinden und Kreise in Nordrhein-Westfalen (AGFS NRW) entwickelter Zielvorschlag zum Anteil der Nahmobilität in die Nachhaltigkeitsstrategie NRW 2016 aufgenommen (bis 2030 sollen 60% der Wege im innerstädtischen Personenverkehr zu Fuß oder mit dem Rad/Pedelec zurückgelegt werden; Landesregierung NRW 2016, S. 40).

Nachdem die erste NRW-Nachhaltigkeitsstrategie, die unter rot-grüner Landesregierung im Jahr 2016 politisch verabschiedet wurde, zahlreiche quantifizierte und terminierte Ziele für nachhaltige Entwicklung enthielt (ebd., S. 60-69), sind in der unter schwarz-gelber Landesregierung politisch verabschiedeten zweiten NRW-Nachhaltigkeitsstrategie aus dem Jahr 2020 weniger terminierte und quantifizierte Nachhaltigkeitsziele enthalten sowie kein Modal-Split-Ziel mehr (für den Verkehr lediglich der Input-Indikator „Mittel, die vom Land für die Zwecke

des öffentlichen Verkehrs zur Verfügung gestellt werden“; vgl. Landesregierung NRW 2020, S. 82). Im Rahmen eines unabhängigen wissenschaftlichen Forschungsprojekts⁸⁰ am Wuppertal Institut unter Leitung der Promovendin wurde dem Land NRW für die Weiterentwicklung der dritten NRW-Nachhaltigkeitsstrategie, die im Jahr 2024 beschlossen werden soll, die erneute Aufnahme eines wegebasierten Modal Split Ziels mit einem „Vier-Viertel-Modal Split“ bis zum Jahr 2035 vorgeschlagen, d.h. die Reduzierung der im MIV zurückgelegten Wege von 57% im Jahr 2017⁸¹ auf 25% im Jahr 2035, zusammen mit der Reduzierung des Anteils der Personenkilometer im MIV auf 50% in 2035 (Daten zur Ist-Situation nicht verfügbar; Müller et al. 2024, S. 61 & 157 f.). Weitere, den Verkehr betreffende Zielvorschläge umfassen insbesondere Vorschläge zur Reduzierung des Pkw-Bestands, der Verkehrstoten, der Luftschadstoffemissionen, der Lärmbelastung, des Flächenverbrauchs und der Treibhausgasemissionen (ebd.).

3.5 Modal Split Zielvorschlag für deutsche Großstädte: „Ein Viertel“ MIV bis 2030; 5% bis 2045

„We argue that it is time for debates on the sustainability of the Anthropocene to focus on opportunities for realizing desirable and plausible futures“ (Bai et al. 2016, S. 351)

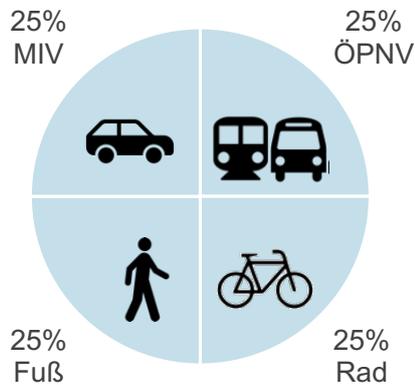
Die jahrzehntelange Orientierung am Leitbild der „autogerechten Stadt“ (Reichow 1959) hat seit dem Zweiten Weltkrieg dazu geführt, dass Siedlungsfunktionen entsprechend der Charta von Athen räumlich getrennt geplant wurden, um einen weitestgehend ungehinderten Verkehrsfluss für das Auto zu ermöglichen, während umweltverträglichere Verkehrsarten dem Auto untergeordnet wurden (Leggewie 2015). Die damit entstandenen Siedlungs- und Verkehrsinfrastrukturen stellen ein wesentliches Hindernis für Verkehrsverlagerung dar. Bis heute führen der Wunsch vieler Menschen nach einem Eigenheim sowie die Ansiedlung von Gewerbegebieten „auf der grünen Wiese“ zu Suburbanisierungs- und Zersiedlungsprozessen, die zu verkehrserzeugende Raum- und Siedlungsstrukturen führen und eine „Zwangsmobilität“ mit hohen Abhängigkeiten vom eigenen Pkw bedingen (Knoflacher 1996).

Während es sowohl in städtischen als auch in ländlichen Regionen das Ziel sein sollte, den Anteil der mit dem MIV zurückgelegten Wege auf ein absolut notwendiges Minimum zu reduzieren (Wetzchewald 2023a, S. 124), bieten gerade Großstädte aufgrund ihrer dichten und nutzungsgemischten Siedlungsstrukturen sowie diversifizierten Mobilitätsangebote im Umweltverbund prinzipiell günstige siedlungs- und infrastrukturelle Bedingungen, um Verkehr vom MIV auf die Verkehrsmittel des Umweltverbunds zu verlagern. Aufgrund der zahlreichen negativen Wechselwirkungen von Verkehr mit Nachhaltigkeitszielen (vgl. Kapitel 2.1-2.2) und der massiven Verzögerungen der Verkehrswende (vgl. Kapitel 2.1.6) sollte es für Großstädte bereits kurzfristig das Ziel sein, die mit dem MIV zurückgelegten Wege in etwa zu halbieren – bis 2030. Als griffiger Orientierungswert kann für deutsche Großstädte der im ersten referierten Fachartikel dieser Dissertation dargestellte, für die erste NRW-Nachhaltigkeitsstrategie entwickelte Zielvorschlag eines „Vier Viertel Modal Split“ bis zum Jahr 2030 dienen, also dass bis zum Jahr 2030 nur noch ein Viertel der Wege mit dem MIV zurückgelegt werden und drei Viertel der Wege mit den

⁸⁰ Forschungsprojekt „INDIKA NRW“, gefördert vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen / Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, Laufzeit 05/2023-06/2024, Webseite: <https://wupperinst.org/p/wi/p/s/pd/2296>

⁸¹ Modal Split Daten für 2023 sollen im Rahmen der Studie „Mobilität in Deutschland“ voraussichtlich Ende des Jahres 2024 veröffentlicht werden.

Verkehrsmitteln des Umweltverbunds (25% zu Fuß, 25% mit dem Fahrrad, 25% im ÖPNV). Je nach Ausgangslage einer Stadt und je nachdem, ob es sich bei der Stadt eher um eine „Fahrradstadt“, eine „ÖPNV-Stadt“ oder eine „zu Fuß geh Stadt“ handelt, können die Anteile der Zielwerte variieren – zentral sollte aber die deutliche Reduzierung der mit dem MIV zurückgelegten Wege auf etwa ein Viertel bis 2030 sein (für das Land NRW wird das „Vier Viertel“-Ziel bis zum Jahr 2035 vorgeschlagen; Müller et al. 2024, S. 61).



Eigene Abbildung

Abbildung 3-5: Zielvorschlag eines „Vier Viertel“-Modal Splits für das Land Nordrhein-Westfalen für das Jahr 2030 (Müller & Reutter 2017) und für deutsche Großstädte

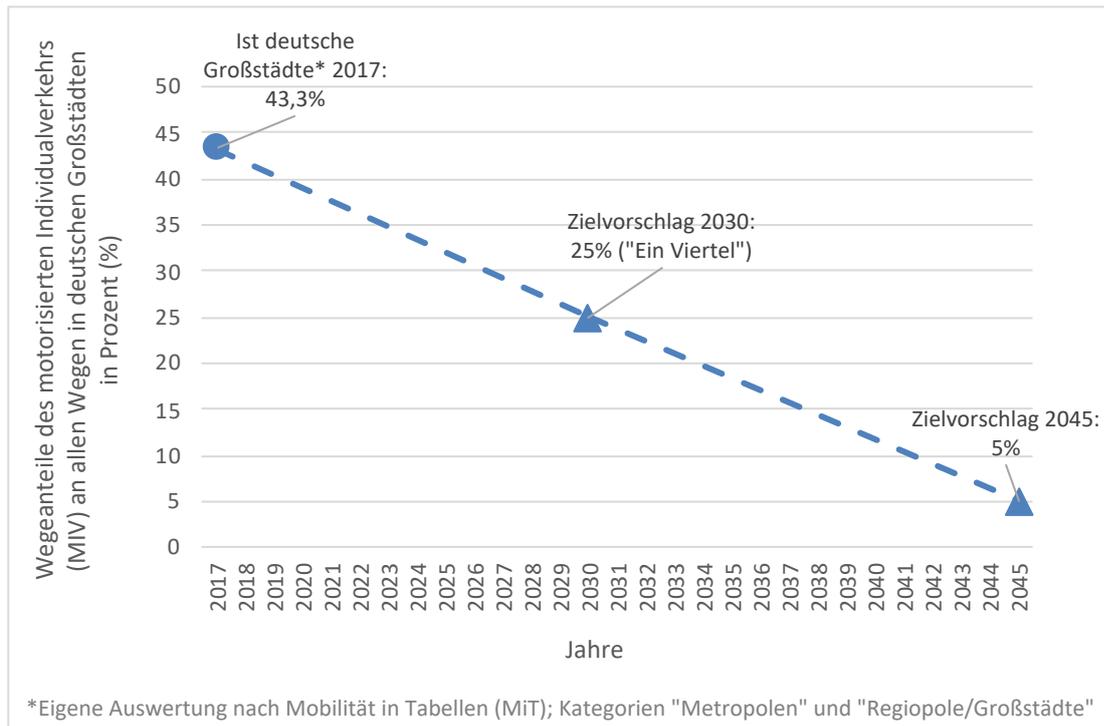
Der Zielvorschlag eines „Vier Viertel“ Modal Splits bedarf weiterer Erläuterungen, da die Mobilitätsmöglichkeiten gerade in den letzten Jahren vielfältiger geworden sind, insbesondere hinsichtlich Carsharing, elektrisch unterstützter Fahrräder (E-Bikes und Pedelecs), öffentlicher Fahrradverleihsysteme und E-Scooter (Verleihsysteme). Holz-Rau systematisiert die Verkehrsmittel des Alltagsverkehrs entlang von zwei Achsen hinsichtlich ihres Motorisierungsgrads (von nicht-motorisiert über teil-motorisiert bis hin zu motorisiert) und ihrem Kollektivitätsgrad (von individuell bis kollektiv) (2018, S. 1578; vgl. Abbildung 8-3 im Anhang). Carsharing und öffentliche Verleihsysteme für (motorisierte) Pedelecs und E-Scooter liegen dabei an der Schnittstelle zwischen motorisiertem Individualverkehr (MIV) und öffentlichem Personennahverkehr. Im Rahmen dieser Dissertation werden öffentliche Verleihsysteme für E-Scooter/Pedelecs, Carsharing (vgl. Müller 2017c) und Taxi dem ÖPNV zugeordnet.⁸²

Spätestens bis zum Jahr 2045, also dem aktuell rechtlich verbindlichen Zieljahr für Treibhausgasneutralität in Deutschland laut Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG), sollte es für Großstädte das Ziel sein, ein Verkehrssystem zu entwickeln, das eine qualitativ hochwertige Mobilität und gesellschaftliche Teilhabe ermöglicht, ohne dass Menschen dafür einen eigenen Pkw besitzen müssen. Spätestens dann sollten in Großstädten nur noch absolut notwendige Wege mit dem MIV zurückgelegt werden – etwa in der Größenordnung von 5% der Wege, was einer Reduktion der MIV-Wege um etwa 90% entspricht (Eigene Abbildung

Abbildung 3-6). Gleichzeitig wird darauf hingewiesen, dass die Modal Split Statistiken in der Regel die Mobilität der dort lebenden Menschen abbilden. Gleichzeitig geht es aber genauso darum, den Anteil der MIV-Einpendlerströme deutlich zu reduzieren – auch, damit die in Städten lebenden Menschen nicht durch die Umweltbelastungen einpendelnder und selber „im Grünen“ lebender Menschen aus dem Umland betroffen sind.

⁸² Vgl. auch UBA 2024: Carsharing als „vierte Säule des Umweltverbunds“ (o.S.).

Kapitel 3 – Wie viel? Modal Split Zielwertvorschlag



Eigene Abbildung

Abbildung 3-6: Zielvorschläge zur Reduzierung des MIV-Wegeanteils in Großstädten für 2030 und 2045

4 Womit? Größenordnung und Potenziale ambitionierter Verlagerungsmaßnahmen

4.1 Identifizierung der „großen Hebel“

„Von den Entscheidungen, die in Städten in den nächsten wenigen Jahren und Jahrzehnten getroffen werden, hängt der Fortgang der Großen Transformation wesentlich ab. Hier muss ein Paradigmenwechsel stattfinden: weg von inkrementellen Ansätzen, die im Wesentlichen von kurzfristigen Anforderungen getrieben sind, hin zu transformativen Änderungen mit strategischem, langfristigem Blick auf die natürlichen Lebensgrundlagen der Menschheit und die Schaffung von Urbanität, die menschliche Lebensqualität dauerhaft befördert.“ (WBGU 2016, S. 9)

Um in kurzer Zeit den MIV-Wegeanteil im Stadtverkehr umfassend zu reduzieren, braucht es Maßnahmen mit ausgesprochen ambitionierten Ansätzen – die über die bislang weitgehend inkrementellen Maßnahmenansätze deutlich hinausgehen. Die Maßnahmenarten, die für das Erreichen einer Verkehrsverlagerung erforderlich sind, sind prinzipiell bekannt (Koska et al. 2020): Pull-Maßnahmen zur Förderung von ÖPNV, Rad- und Fußverkehr, ergänzt um Carsharing, sowie restriktive Push-Maßnahmen gegen den Autoverkehr. Technische Innovationen wie Pedelecs und E-Bikes, E-Scooter, Sharing-Systeme und die Einrichtung von Mobilstationen, deren Nutzung durch die neuen digitalen Medien wie Smartphones erleichtert wird, kommen ergänzend hinzu.

Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der Frage, welche die „großen Hebel“ sind (Fischedick et al. 2021), d.h. Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen mit strukturveränderndem Potenzial (ebd., S. 4), um möglichst schnelle, deutliche und sozialverträgliche (UBA 2020b) Reduktionen des städtischen Pkw-Verkehrs zu bewirken. In den letzten Jahren sind zunehmend wissenschaftliche Studien veröffentlicht worden, die mit unterschiedlichen Schwerpunkten und adressiert an unterschiedliche Politikebenen zentrale Maßnahmen und Ambitionsniveaus zum Erreichen der Klimaschutzziele benennen, auch im Verkehr (Fridays for Future 2023; UBA 2019 & 2021a & 2024f; Wuppertal Institut 2020).

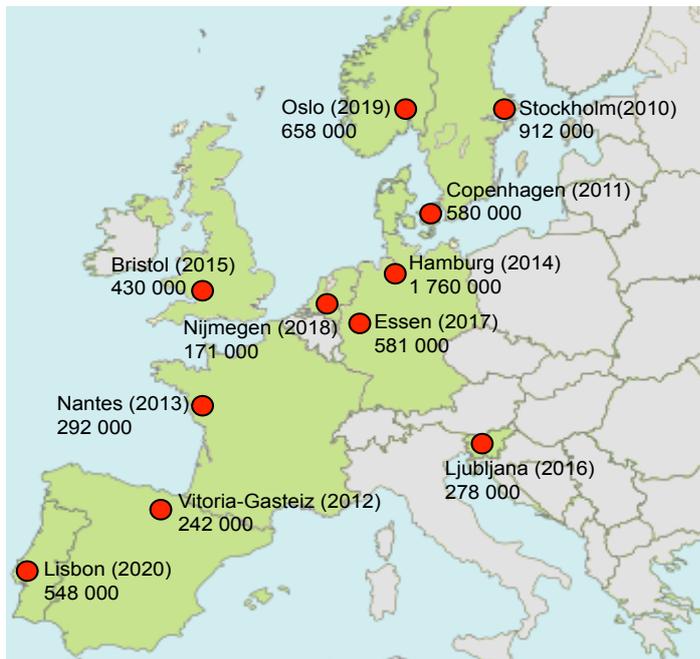
Im Rahmen der publikationsbasierten Dissertation wurde einerseits untersucht, welche Strategien und Maßnahmen auf kommunaler Ebene als Benchmark für ambitionierte Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung angesehen werden können und welche Verlagerungswirkungen Städte damit erzielen (2. Fachartikel, Kapitel 4.2). Im dritten Fachartikel wurde im Rahmen von Szenarioanalysen untersucht, welche Verlagerungs- und CO₂-Reduktionspotenziale von einem ganzen Paket an ambitionierten Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung im regionalen Verkehr des Ballungsraums Ruhrgebiet erreicht werden können – insgesamt und im Vergleich zu den Strategien der Verkehrsvermeidung und der Verkehrsverbesserung. Zudem werden die Modal Shift Szenarienergebnisse Verkehrsverlagerungsentwicklungen in der „realen Welt“ gegenübergestellt (3. Fachartikel, Kapitel 4.3).

4.2 Zweiter Fachartikel: Benchmark: Strategien und Maßnahmen der europäischen Umwelthauptstädte (Zusammenfassung)

„Die Zukunft ist schon da, nur ungleich verteilt“
(William Gibson zugeschriebenes Zitat, vgl. Zeit Magazin 2017)

2. referierter Fachartikel	Benchmark: Climate and environmentally friendly urban passenger transport – the concepts of the European Green Capitals 2010-2020
Autor*innen	Miriam Müller & Oscar Reutter
Journal	World Transport Policy and Practice, 2020 Vol. 26.2, S. 21-43 (open access)
Link	https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7501/file/7501_Mueller.pdf

Der zweite referierte Fachartikel der publikationsbasierten Dissertation analysiert die Verkehrskonzepte der ersten elf Gewinnerstädte des europäischen Städtewettbewerbs „European Green Capital“ der Europäischen Kommission (Gewinnerstädte der Jahre 2010 bis 2020) (Abbildung 4-1). Städtewettbewerbe dienen nicht nur dazu, besonders vorbildliche Teilnehmende zu belohnen, sondern sollen ebenso zur Verbreitung von Wissen über ambitionierte Ansätze und gute Maßnahmenbeispiele beitragen, um den Wettbewerb und Lernprozesse zwischen Städten zu forcieren (Müller & Reutter 2020, S. 9). Bislang haben Städtewettbewerbe und Good Practice Ansätze seitens der Forschung jedoch nur eine geringe Aufmerksamkeit erfahren (ebd.).



Quelle: Müller & Reutter 2020, S. 22

Abbildung 4-1: Europäische Umwelthauptstädte der Jahre 2010-2020

Für die Analyse werden die Bewerbungsunterlagen, mit denen sich die Städte bei der Europäische Kommission beworben haben und die frei im Internet zugänglich sind, ausgewertet und die wesentlichen Erkenntnisse zusammenfassend deskriptiv im Fachartikel dargestellt. Für den Städtewettbewerb stellen die Bewerberstädte ab 100.000 Einwohner*innen ihre bisherigen Entwicklungen der letzten fünf bis zehn Jahre, ihre Strategien und Konzepte sowie ihre Ziele zur künftigen nachhaltigkeitsorientierten Stadtentwicklung in zwölf Themenfeldern dar. Für

den Fachartikel wurden die Städtebewerbungen in den Themenfeldern „Klimawandel“ und „Nachhaltige urbane Mobilität“ ausgewertet. Ergänzend wurden die Themenfelder „Luftqualität“ und „Lärm“ auf weiterführende Informationen gescreent.

Die Auswertungen zeigen zweierlei. Einerseits finden sich in den Städten einige verkehrspolitische Ansätze, die als sehr ambitioniert angesehen werden können. Dazu zählen insbesondere die 2006 in Stockholm eingeführte City Maut, die deutliche Erhöhung des Wegeanteils des Radverkehrs in Vitoria-Gasteiz durch eine umfassende Radverkehrsförderung (1% in 2002, 13% in 2014), die intensive Unterstützung der örtlichen Arbeitgeber in Nantes zur Entwicklung von Mobilitätsplänen (33% der Arbeitgeber vor Ort wurden erreicht) sowie die Wiedereinführung der Straßenbahn, die umfassende Radverkehrsförderung in Kopenhagen und die deutliche Ausweitung der Fußgängerzone in Ljubljana (siehe Übersicht in Abbildung 4-2). Während diese Einzelbeispiele inspirierende und motivierende Ansätze für ambitionierte Maßnahmen aufzeigen, wäre es interessant zu wissen, welche Verlagerungspotenziale erreicht werden könnten, wenn ein ganzes Bündel solcher ambitionierter Ansätze kumuliert an einem Ort umgesetzt werden, wofür die Entwicklung von Szenarien aufschlussreich sein kann (dritter Fachartikel).

2010 Stockholm



- City Maut seit 2006
- Eingeführt nach Testphase und positivem Referendum

2012 Vitoria-Gasteiz



- Wandel zu Spaniens Fahrradhauptstadt innerhalb weniger Jahre (1% in 2002 → 13%-Anteil 2014)
- Umwidmung von Straßen
- Verkehrsberuhigung
- Motto der Stadt: „Imitate to Innovate“

2013 Nantes



- Wiedereinführung der Straßenbahn 1985
- Seitdem kontinuierliche Erweiterung des Straßenbahnnetzes

2014 Kopenhagen



- 35% der Wege zur Arbeit werden mit dem Rad zurückgelegt
- Grüne Welle für Radfahrer bei 20 km/h

2016 Ljubljana



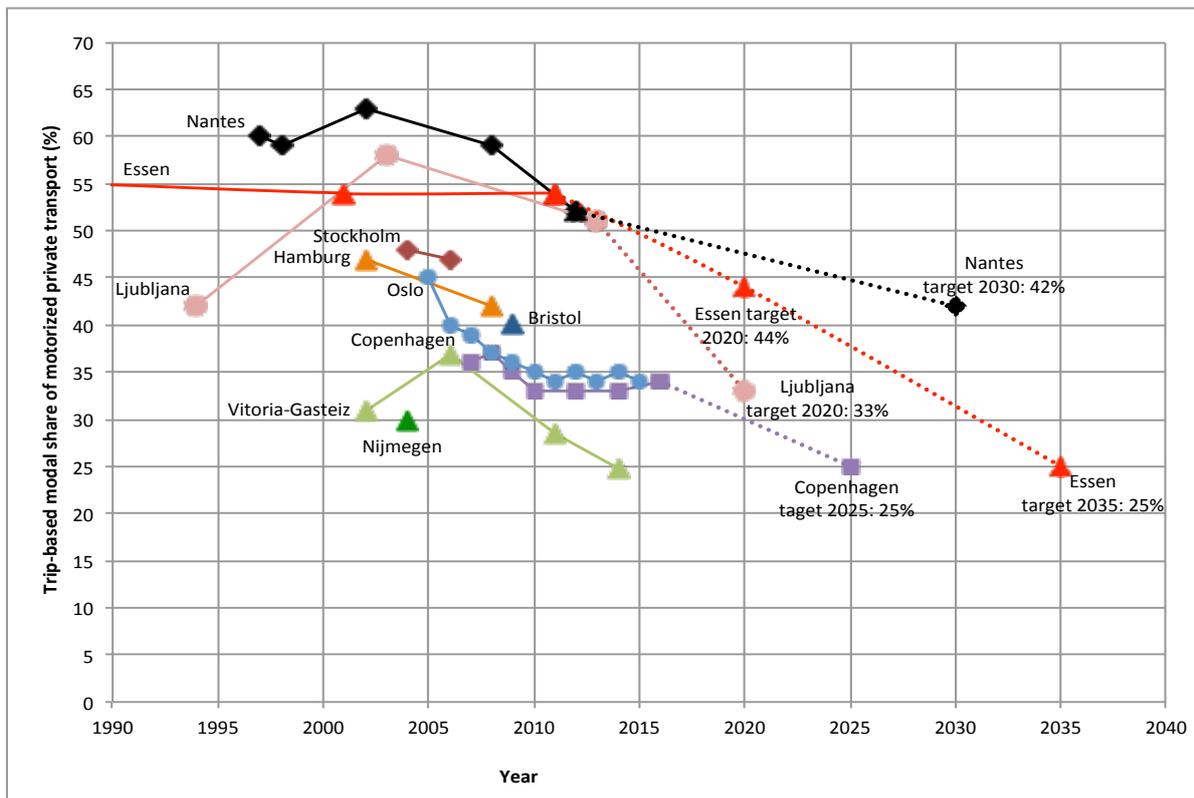
- Ecological Zone: Ausweitung der Fußgängerzone
- Umwidmung einer Hauptverkehrsstraße

Quelle der Fotos: Stockholm: Foto von Holger Ellgaard 2010, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Betelstation_2010.jpg, CC BY-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>); Vitoria-Gasteiz: Zaraman 2014, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vitoria_-_Avenida_de_Gasteiz,_río_Batán_07.JPG, CC0 1.0 Universal (<https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/deed.en>); Kopenhagen/Ljubljana: Miriam Müller 2014 & 2016

Abbildung 4-2: Ausgewählte verkehrspolitische Good Practices der Europäischen Umwelthauptstädte

Die Auswertungen zeigen andererseits, dass in allen Städten ein ausgeprägtes Bewusstsein über die Rolle des Stadtverkehrs für eine nachhaltigkeitsorientierte Stadtentwicklung, gute Lebensbedingungen in der Stadt und den Klimaschutz vorliegt. In allen Städten werden Ansätze zur Verkehrsverlagerung verfolgt, die sowohl Pull- als auch Push-Maßnahmen mit restriktiven Ansätzen gegen den Autoverkehr beinhalten und die auf politischen Entscheidungen zu einem nachhaltigkeitsorientierten Stadtverkehr gründen (Müller & Reutter 2020, S. 36). Auffallend ist,

dass sechs der elf analysierten Städte zum Zeitpunkt des Verfassens des Fachartikels konkrete CO₂-Reduktionsziele hatten, aber keine Stadt verkehrsbezogene CO₂-Reduktionsziele. Wohl aber verfolgen vier der elf Städte konkrete Ziele zur Reduktion des MIV-Wegeanteils – und konnten hierbei zum Teil auch bereits beachtliche Erfolge verzeichnen. Die städtischen Modal Split Entwicklungen werden zum Teil bereits über längere Zeiträume erfasst (Abbildung 4-3). Das spricht dafür, dass der Modal Split Indikator trotz seiner methodischen Einschränkungen einen zentralen, von Städten häufig genutzten Indikator zur Beobachtung und Steuerung von nachhaltigkeitsorientierten Entwicklungen im Verkehr darstellt.



Quelle: Eigene Abbildung in Müller & Reutter 2020, S. 36

Abbildung 4-3: Bisherige und angestrebte Entwicklung des MIV-Wegeanteils am Modal Split der europäischen Umwelthauptstädte der Jahre 2010-2020

Städte Wettbewerbe wie der European Green Capital Award haben zum Ziel, das Wissen zu nachhaltigkeitsorientierten Ansätzen im Stadtverkehr zu verbreiten und Lernprozessen zwischen Städten zu fördern. So lädt auch die Stadt Vitoria-Gasteiz (Umwelthauptstadt 2012) im Rahmen ihres Umwelthauptstadtjahres explizit dazu ein, von ihren Erfahrungen z.B. zur Erhöhung des städtischen Radverkehrsanteils zu lernen: im Sinne eines „Imitate to Innovate“ (Payne 2015). Neben dem Wissen darüber „was“ Städte für eine nachhaltigkeitsorientierte Stadtentwicklung umgesetzt haben, sollten städtische Lernformate verstärkt auch die Frage des „wie“ adressieren, also Lernprozesse zu den konkreten Umsetzungsbedingungen ermöglichen, unter denen nachhaltigkeitsorientierte Ansätze erfolgsversprechend mit den Akteurinnen und Akteuren vor Ort umgesetzt werden können (Müller & Reutter 2020, S. 37). Gemeinsame Austauschformate zwischen Städten, in denen es auch die Möglichkeit gibt, sich auch über „ungeschriebene“ Erfahrungen und Misserfolge auszutauschen, können hierzu einen Beitrag leisten (ebd.).

Für die Analyse kombiniert der Fachartikel Szenarienergebnisse mit Entwicklungen in der realen Welt. Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage zur Einschätzung des Ambitionsniveaus und der Realisierbarkeit eines 25% MIV-Wegeanteils bis zum Jahr 2035 vergleicht der Fachartikel den Zielvorschlag (Ausgangswert: 53% in 2012 bzw. 58% in 2017) (Müller & Reutter 2022, S. 9) mit bestehenden Zielen internationaler Vorreiterstädte und den in diesen Städten bereits realisierten durchschnittlichen Reduktionsraten. Der Vergleich zeigt, dass ein 25% MIV-Wegeanteil als sehr ambitioniert, aber prinzipiell machbar angesehen werden kann, weil:

- nur wenige Städte heute schon in die Nähe eines solchen MIV-Wegeanteils kommen (Barcelona 2013: 24,2%; Wien 2020: 27%; Vitoria-Gasteiz 2014: 24,7%; Zürich 2015: 25%). Andererseits gibt es in europäischen Vorreiterstädten auch ambitioniertere Zielsetzungen: Die Stadt Kopenhagen möchte das Ziel eines 25% MIV-Wegeanteils schon bis zum Jahr 2025 erreichen, die Städte Wien und Zürich möchten noch niedrigere MIV-Wegeanteile erreichen: 20% bis zum Jahr 2025 und Wien darüber hinausgehend 15% bis zum Jahr 2030 und „deutlich weniger als 15%“ bis zum Jahr 2050 (Müller & Reutter 2022, S. 15);
- der Zielvorschlag für das Ruhrgebiet erfordert im Durchschnitt eine jährliche Reduktion des MIV-Wegeanteils um 1,2 Prozentpunkte (2012: 53%; 2035: 25%). Bei den recherchierten internationalen Vorreiterstädten liegen die angestrebten durchschnittlichen jährlichen Reduktionsraten bei 0,7 bis 1,0 Prozentpunkten, also unter den für das Ruhrgebiet vorgeschlagenen Werten, weshalb der Ruhrgebietsvorschlag als ambitioniert angesehen werden kann;
- die in der Vergangenheit bereits erfolgreich realisierten Reduktionsraten liegen bei den Vorreiterstädten meistens zwischen 0,5 und 1,5 Prozentpunkten pro Jahr (gesamte Spannweite: 0,3 bis 2,0 Prozentpunkte), wodurch das vorgeschlagene MIV-Reduktionsziel (-1,2 Prozentpunkte pro Jahr) als ambitioniert, aber prinzipiell realisierbar angesehen werden kann.

Für die Entwicklung von ambitionierten Maßnahmen und die Abschätzung ihrer Wirkungsgrößen zur Verkehrsverlagerung und CO₂-Reduktion nutzt der Fachartikel Ergebnisse eines Forschungsprojekts zur Umsetzung der Energiewende in den Kommunen des Ruhrgebiets, in dem die Autorin als wissenschaftliche Mitarbeiterin mitgearbeitet hat (Förderung: Stiftung Mercator; Laufzeit: 2012-2016).⁸³ In zwei Teilprojekten wurden in enger Zusammenarbeit zwischen Spiekermann & Wegener Stadt- und Regionalforschung (S&W) sowie LUIS Umweltverträgliche Infrastrukturplanung, Stadtbauwesen der Bergischen Universität Wuppertal (Teilprojekt „Integriertes Modell Ruhrgebiet 2050“) und dem Wuppertal Institut (Teilprojekt „Modal Shift“) Maßnahmen zur Siedlungsentwicklung (Verkehrsvermeidung durch Verdichtung entlang des schieneengebundenen Verkehrs), zur Verkehrsverlagerung im Personenverkehr (push & pull) und zur fahrzeugseitigen Effizienzsteigerung entwickelt. Die Maßnahmen wurden mittels systematischer Forecasting-Szenarien im „Modell Ruhrgebiet“ von S&W zur integrierten Modellierung von Flächennutzung, Verkehr und Umweltauswirkungen im Ruhrgebiet simuliert (ausführliche Modellbeschreibung und Projektergebnisse: Schwarze et al. 2017; Wegener et al. 2019). Die modellierten Push- und Pull Maßnahmen umfassen die Einführung einer regionalen Ruhrgebiets-Maut, ruhrgebietsweite Geschwindigkeitsbeschränkungen, die Reduzierung von Straßenraum für den Pkw, erhöhte Parkgebühren, die Ausweitung des öffentlichen Verkehrs (Angebot/Takt), die Einführung eines Bürgertickets und die Förderung von Carsharing, Fuß- und

⁸³ Wuppertal Institut (o.J.): Energiewende Ruhr. Rahmenprogramm zur Umsetzung der Energiewende in den Kommunen des Ruhrgebiets. <https://wupperinst.org/p/wi/p/s/pd/402>

Radverkehr – jeweils mit ambitioniertem Ansatz und flächenhafter Umsetzung im gesamten Ruhrgebiet (siehe Tabelle in Müller & Reutter 2022, S. 11 f.). Die Maßnahmen liegen weitestgehend im Handlungsbereich regionaler Akteure.

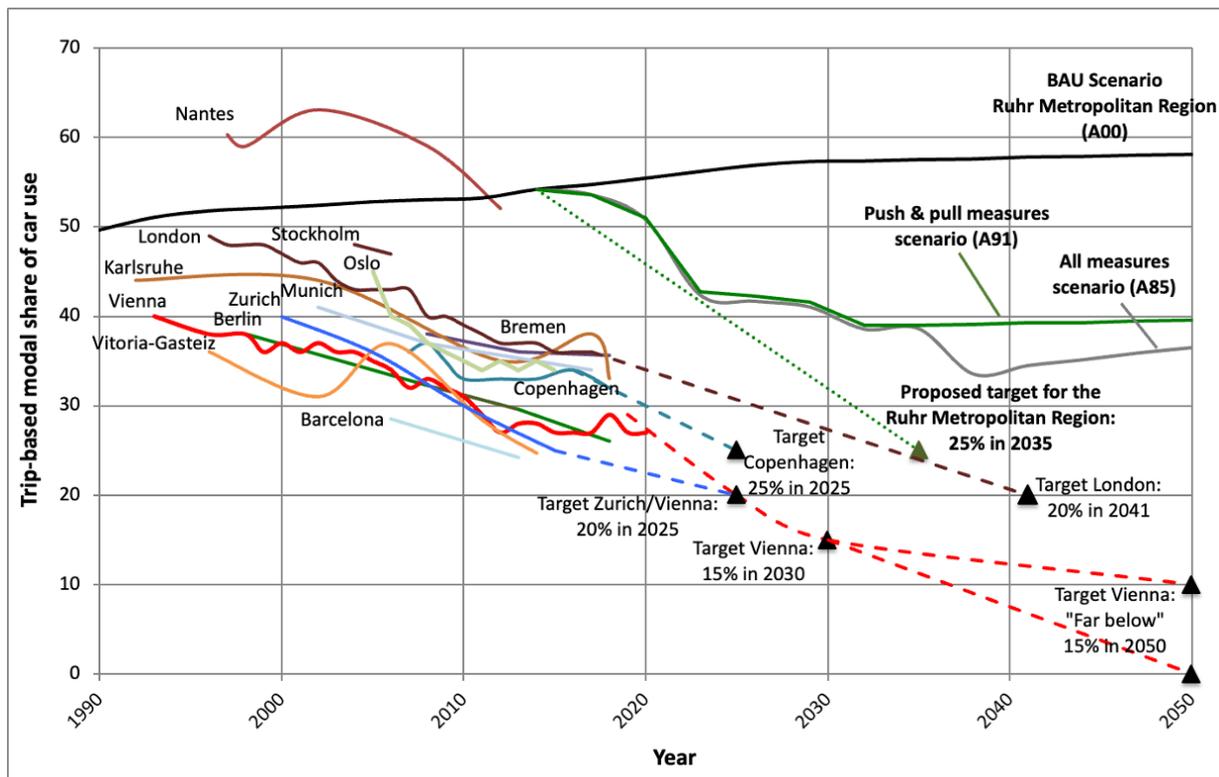
Jede Maßnahme wurde in einem ausführlichen Steckbrief beschrieben: entlang der Kategorien Akteure (wer setzt es um?), Kosten, Akzeptanz und zu erwartende Wirkungen bezüglich CO₂-Effekten und Co-Benefits (Reutter et al. 2017). Darüber hinaus wurde zur Plausibilisierung des Ambitionsniveaus für jede Maßnahme ein gutes (ambitioniertes) Beispiel aus einer europäischen Stadt dargestellt, so dass die abstrakten Szenarioannahmen um ganz konkrete, „greifbare“ und bereits erfolgreich umgesetzte Beispiele ergänzt wurden⁸⁴. Zu diesen realweltlichen Beispielen könnte man prinzipiell hinfahren, um sie sich anzugucken und vor Ort davon zu lernen. Die Zusammenstellung guter und ambitionierter Beispiele wurde im 3. Fachartikel tabellarisch dargestellt und gibt einen kompakten Eindruck davon, dass es bereits heute zahlreiche ambitionierte Ansätze für die unterschiedlichen Handlungsfelder gibt (Müller & Reutter 2022, S. 11 f.). Deren Kenntnis kann motivierend und sinnstiftend wirken, was die Rolle guter Beispiele für transformative Lernprozesse unterstreicht (Singleton 2015), für die es Wissen („Kopf“), Mut („Hände“), aber auch Emotionen („Herz“) brauche, um Einstellungen und Werte zugunsten einer möglichst breiten Akzeptanz für tiefgreifende Veränderungen zu erreichen (hier: für eine nachhaltigkeitsorientierte gegenüber einer autoorientierten Verkehrsgestaltung).

Die Modellierung der Forecasting Szenarien („Was wäre wenn?“) zeigt, dass mit Push- und Pull-Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung beachtliche Reduktionen des MIV-Anteils und der CO₂-Emissionen im Vergleich zum business-as-usual-Szenario erreicht werden können. Die modellierten Push-Maßnahmen reduzieren CO₂ dabei noch stärker als die modellierten Effizienzmaßnahmen (Müller & Reutter 2022, S. 14) – wobei die ausschließliche Umsetzung restriktiver Maßnahmen gegen den Autoverkehr bei fehlender Erweiterung alternativer Mobilitätsoptionen aufgrund der massiven Mobilitätseinschränkungen weder politisch mehrheitsfähig wäre noch gesellschaftlich akzeptiert werden würde. Die modellierten Pull-Maßnahmen führen aufgrund der angenommenen umfangreichen Erweiterung des ÖPNV-Angebots zu einer Erhöhung der CO₂-Emissionen (ebd.). Werden Push- und Pull-Maßnahmen zusammen modelliert, verringern sie die CO₂-Emissionen aber immer noch deutlich und können bei der Reduzierung des MIV-Anteils sogar Synergieeffekte generieren, d.h. zusätzlichen MIV verlagern im Vergleich zur reinen Addition der separaten Push- und Pull-Effekte (ebd., S. 10). Die modellierten Maßnahmen zur Siedlungsentwicklung entfalten alleine modelliert keine Effekte, wohl aber in Kombination mit den Push- und Pull-Maßnahmen nach einem längeren Zeitraum, was die Relevanz eines integrierten Ansatzes hervorhebt für längerfristig zu realisierende Verlagerungseffekte und die weitere zukunftsorientierte Entwicklung unserer Siedlungsstrukturen.

Mit den modellierten Maßnahmen werden jedoch, selbst wenn alle zusammen modelliert werden, weder das vorgeschlagene Reduktionsziel des MIV-Wegeanteil noch die CO₂-Reduktionsziele erreicht, die zum Zeitpunkt des Fachartikels vor der KSG-Novelle 2021 noch bei weniger ambitionierten -40 bis -42% CO₂-Äquivalenten bis 2030 und -80 bis -95% CO₂-Äquivalenten bis 2050 lagen. Dies wirft einerseits die Frage auf, ob für das Erreichen der Klimaschutzziele noch radikalere Maßnahmen erforderlich sind, wie z.B. die Sperrung der (Innen-)Städte für den Autoverkehr im Sinne der aktuell häufig diskutierten „autofreien Innenstädte“ (IHKmagazin 2023; Stadt Wuppertal nach Reutter 2017; Stadt Oslo nach Wetzchewald 2023a). Oder ob es andererseits sein könnte, dass das integrierte Modell Ruhrgebiet eher konservative Ergebnisse produziert hat, weil integrierte Modelle ursprünglich für die Abbildung längerfristiger

⁸⁴ Lediglich im Fall des Bürgertickets wurde eine wissenschaftliche Studie als Referenzbeispiel gewählt.

Entwicklungen entwickelt wurden und zu langsam auf die heute erforderlichen beschleunigten Veränderungen und Maßnahmen reagieren (Ford et al. 2018). In der Gegenüberstellung von ausgewählten Szenarienergebnissen mit realweltlichen Entwicklungen in europäischen Vorreiterstädten wirkt die Größenordnung der Szenarienergebnisse prinzipiell plausibel, da sich Ähnlichkeiten in den Entwicklungsdynamiken zwischen den Szenarienergebnissen und den realweltlichen Entwicklungen zeigen – auch wenn realweltliche Städte in den allermeisten Fällen noch keine so umfangreichen und durchweg ambitionierten Maßnahmenpakete umgesetzt haben dürften wie hier modelliert wurde.



Eigene Abbildung in Müller & Reutter 2022, S. 15

Abbildung 4-5: Ausgewählte Szenarienergebnisse im Vergleich zu realweltlichen Entwicklungen

Ein zentrales Ergebnis der Modellierungen ist, dass Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung in vielen Fällen deutlich schneller Wirkung entfalten können als Ansätze zur technischen Verbesserung, z.B. bei der Reduzierung der innerörtlich erlaubten Geschwindigkeiten durch das Aufstellen entsprechender Verkehrsschilder. Bei den Klimaschutzzielen geht es nicht nur um das Erreichen eines bestimmten End-Ziels zu einem bestimmten Zeitpunkt, sondern auch um den Weg dorthin mit möglichst geringen kumulativen CO₂-Emissionen im Zeitverlauf. Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung sollten daher als ein wesentlicher Beitrag verstanden werden, um die CO₂-Emissionen möglichst schnell zu reduzieren, da es beim Klimaschutz keine Zeit zu verlieren gibt und Maßnahmen zur Antriebswende und das „Verbrenner aus“ ab dem Jahr 2035 ihre Wirkungen aufgrund der langen Lebensdauer von Fahrzeugen erst langsam entfalten werden.

5 Wie? Verkehrsverlagerung als gemeinschaftliche Pfadkreation

In den Transformationswissenschaften wird analog zu der Frage nach klimatischen Kippunkten die Frage untersucht, ob es auch in Gesellschaften soziale Kippunkte oder Kipp-Kaskaden gibt, die beschleunigte Transformationen ermöglichen (Otto, et al. 2020; Winkelmann, et al. 2022) – und inwiefern diese durch Akteurshandeln aktiv herbeigeführt werden können. Für ein nachhaltiges Verkehrssystem können soziale Kippdynamiken als besonders wichtig angesehen werden, das es für systemische Veränderungen eine „kritische Masse“⁸⁵ an Menschen braucht, die ihr Verkehrsverhalten verändert, damit der Wechsel in ein wirklich neues System funktionieren kann und sich dieses neue System eigendynamisch selbst tragend machen (Knieps 2007, S. 124 f.). Grundlegende Systemwechsel im Verkehr hängen eng mit dem privaten Pkw-Besitz zusammen, da die hohen Anschaffungskosten und die unter den derzeitigen Rahmenbedingungen als gering wahrgenommenen Betriebskosten eines Autos im Vergleich zum öffentlichen Verkehr die Nutzung des Autos wahrscheinlich machen, sobald Personen über ein Auto verfügen können.

In diesem Kapitel soll einerseits betrachtet werden, mit welchen Dynamiken („wie“) gesellschaftliche Transformationsprozesse möglich erscheinen (Kapitel 5.1). Andererseits soll der Fokus auf die Akteure des Wandels gelegt werden mit der Frage, „wer“ die urbane Verkehrswende wie voranbringen kann (Kapitel 5.2). In Kapitel 5.3 wird der vierte, im Review befindliche Fachartikel (Stand: Juli 2024) zusammenfassend dargestellt, der Ergebnisse aus drei Fallstudien der Städte Bremen, Karlsruhe und Leipzig darstellt.

5.1 Transformationsdynamiken und -pfade

*„Auch wenn in vielen Städten positive Trends für die Verkehrswende erkennbar sind, das Tempo ist bisher zu langsam“
(Agora Verkehrswende 2020, S. 3)*

Angesichts der Komplexität gesellschaftlicher Transformationserfordernisse und der drängenden Erfordernis nach schnellen und umfassenden Veränderungen stellt sich die Frage, mit welchen Dynamiken Transitionsprozesse hin zu nachhaltiger Entwicklung erfolgen können. Transitionstheorien nutzen als Grundkonzept die S-Kurve des strategischen Innovationsmanagements (Foster 1986), um die Dynamik einer Transformation idealtypisch darzustellen. Die S-Kurve durchläuft Phasen mit unterschiedlichen Dynamiken. In der Vorentwicklungsphase („Predevelopment Phase“) besteht dynamisches Equilibrium, in dem sich Nischen entwickeln können, aber keine größeren Veränderungen stattfinden. In der „Take-Off“-Phase beginnen erste Veränderungen sichtbar zu werden. In der „Acceleration Phase“ vollziehen sich deutlich sichtbare strukturelle Veränderungen durch die Ansammlung sich gegenseitig beeinflussender sozio-kultureller, ökonomischer, ökologischer und institutioneller Veränderungen und kollektiver Lernprozesse. In der „Stabilization Phase“ nimmt die Geschwindigkeit der Veränderungen wieder ab und ein neues Equilibrium wird erreicht. (Rotmans et al. 2001, S. 17) Die heuristische

⁸⁵ Vgl. auch die weltweite Bewegung „Critical Mass“, bei der sich „möglichst viele Radfahrer*innen in einer möglichst großen Gruppe treffen und durch Innenstädte radeln – um so auf den Radverkehr als Form des Individualverkehrs aufmerksam zu machen. Die Aktion versteht sich als ein Gegenentwurf zu den tausenden Autos, die täglich über unseren Straßen rollen. Ein Grundanliegen der Critical Mass ist es, sicheren Verkehrsraum für Radfahrende zurückzugewinnen“ (ADFC Baden-Württemberg o.J.).

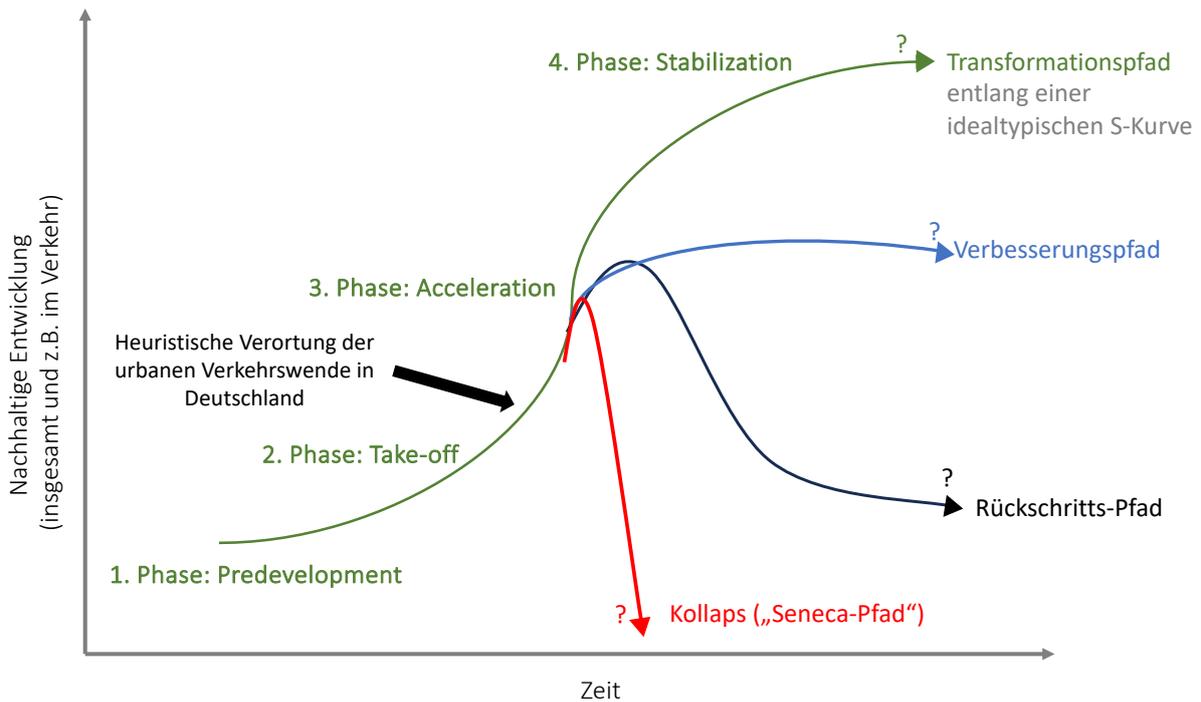
Ausgangsannahme einer S-kurvigen Transformationsdynamik wurde in der Transitionsforschung weiter verfeinert, indem mehrere Typologien unterschiedlicher möglicher Transformationspfade entwickelt wurden, um so auch differenziertere Transformationsdynamiken abzubilden (Reproduktion, Transformation, De-Alignment und Re-Alignment, Technologischer Ersatz, Rekonfiguration, Sequenz mehrerer verschiedener Pfade) (Geels & Schot 2007).

In ihrer Dissertation zu „Exnovation und Verkehrswende“ arbeitet Wetzchewald (2023) für die urbane Verkehrswende in Deutschland heraus, dass sich heute bereits in vielen Städten Veränderungsdynamiken mit einer Abkehr von der Automobilität erkennen lassen, bei denen Nischeninnovationen in Konkurrenz zum vorherrschenden Automobilitätsregime treten (S. 127 f.). Den Status quo der urbanen Verkehrswende verortet sie mit dem Hinweis darauf, dass sich Veränderungsdynamiken zwischen Städten unterscheiden, beim Beginn von Phase drei, also dem Übergang von der „Take-Off“ zur „Acceleration“-Phase (vgl. Abbildung 5-1). Sollte diese Entwicklung auch künftig Bestand haben, so würde im idealtypischen Verlauf der S-Kurve nach der längerfristig verlaufenden Vorentwicklungs- und take-off-Phase eine Phase der Beschleunigung folgen, die das bestehende Automobilitätsregime durch ein Regime des Umweltverbunds ablösen würde.

Dass ein solcher idealtypischer Transformationspfad beschritten wird, ist aber alles andere als sicher und auch andere künftige Entwicklungspfade sind denkbar (vgl. Abbildung 5-1), etwa mit einer Verlangsamung der Transformationsdynamiken oder einer für eine Nachhaltigkeitstransition nicht ausreichenden Entwicklungsdynamik aufgrund unzureichend ambitionierter Ansätze, hin zu einem nur geringfügigen „Verbesserungspfad“. Auch die Rückkehr zu nicht-nachhaltigen Strukturen ist möglich, wenn sich nachhaltigkeitsorientierte Nischen und ein gesamtgesellschaftlicher Wandel nicht durchsetzen und stattdessen die Automobilität wieder an Dominanz zulegt („Rückschritts-Pfad“). Und auch der schnelle Kollaps eines über längere Zeiträume aufgebauten Systems ist denkbar (Diamond 2005), den Bardi in Anlehnung an den gleichnamigen römischen Philosophen den „Seneca“-Effekt nennt (Bardi 2017), weil Seneca den Satz geprägt haben soll: „Das Wachstum schreitet langsam voran, während der Weg zum Ruin schnell verläuft“ (Seneca nach Behr 2018) („Kollaps/Seneca-Pfad“).⁸⁶ Ein solches Prinzip lässt sich sowohl auf Ökosysteme anwenden (vgl. Kippunkte), als auch auf gesellschaftliche Systeme. So zeigen die aktuellen gesellschaftspolitischen Entwicklungen, wie schnell über lange Zeit entwickelte ethisch-moralische Prinzipien in kurzer Zeit beschädigt werden können, etwa durch Trumps Missachtung des Prinzips „du sollst nicht lügen“ (Streck 2016; Schaefer 2017) oder die Nutzung von Vokabeln der NS-Zeit wie „Lügenpresse“ (Winnemuth 2019). Die vergangenen Jahre zeigen auch, wie schnell demokratische Systeme akut gefährdet sein können (Roberts 2022; Decker 2024) und wie schnell sich das Gefühl auseinanderdriftender gesellschaftlicher Strukturen einstellen kann (bzw. die Wahrnehmung davon) (Mau et al. 2023, S. 7ff.).

Die prinzipiell denkbaren, extrem unterschiedlichen künftigen Entwicklungspfade machen deutlich, dass die kommenden gesellschaftspolitischen Herausforderungen zur Gestaltung eines nachhaltigkeitsorientierten Transformationspfads kaum höher sein könnten und eine gesamtgesellschaftlich hochambitionierte Aufgabe darstellen – mit vollkommen offenem Ausgang.

⁸⁶ Bildlich hinterlegt Bardi den Seneca-Effekt auf seinem Buchcover mit einem platzenden Luftballon, um die plötzliche und zerstörerische Dynamik des Effekts hervorzuheben (Bardi 2017).



Eigene Abbildung in Anlehnung Wetzchewald's Verortung der urbanen Verkehrswende in Deutschland beim Beginn von Phase 3 (Wetzchewald 2023, S. 127).

Abbildung 5-1: Heuristische Verortung der urbanen Verkehrswende in Deutschland im Kontext unterschiedlicher künftig denkbarer Entwicklungspfade

5.2 Städtische Akteursgruppen

„Die Verkehrswende ist der anspruchsvollste Teil der Energiewende und nur durch ein hochambitioniertes gesellschaftliches Gemeinschaftswerk umsetzbar“ (Hennicke et al. 2021, S. 13)

Bei nachhaltiger Entwicklung geht es um den Schutz von bislang kostenlos zur Verfügung stehender, begrenzter und zugleich frei verfügbarer öffentlicher Kollektivgüter, wie der Atmosphäre (THG-Emissionen), der Stadtluft (Luftschadstoffemissionen) oder dem bislang in weiten Teilen kostenlos nutzbaren öffentlichen Straßenraum für die Automobilität. Individuell rationales Handeln (Autonutzung) kann durch die übermäßige Nutzung von Gemeingütern zu kollektiv nachteiligen Ergebnissen für alle führen (z.B. Klimawandel, vorzeitige Sterbefälle, geringere Lebensqualität in der Stadt), d.h. zu einer Situation, in der „everyone is worse off than they might have been otherwise“ (Kollock 1998, S. 183; vgl. auch Trittbrettfahrerproblem und Gefangenendilemma der Spieltheorie nach Kuhn & Tucker 1950). Aufgrund dieser Tragik der Allgmeingüter (Allmende; Hardin 1968) haben private Akteure für das Voranbringen nachhaltiger Entwicklung geringe (ökonomische) Handlungsanreize, weshalb staatlichen Akteuren eine zentrale Rolle zum Setzen der Leitplanken für nachhaltige Entwicklung zukommt (Geels 2011, S. 25). Negative externe Effekte wie externe Verkehrskosten (z.B. Allianz pro Schiene 2019) gilt es zu internalisieren und entsprechende rechtliche, regulatorische und fiskalische Rahmenbedingungen für nachhaltige Entwicklung zu setzen (z.B. Schaffung einer Gesetzesgrundlage für City Mauts). Zudem kommt zivilgesellschaftlichen Akteuren eine zentrale Rolle zu, um Impulse und Forderungen für nachhaltige Entwicklung zu setzen. So unterstreicht auch der WBGU, dass es für das Gelingen der großen Transformation einen starken Staat brauche (2011, S. 215).

Gleichzeitig warnt der WBGU davor, „einer neuerlichen Steuerungsillusion anzuhängen“ (ebd., S. 216), da der Staat selbst nicht die besten Optionen kenne, sondern vielmehr im Rahmen einer proaktiven Transformationspolitik „die in Unternehmen, in der Zivilgesellschaft und im politisch-administrativen System liegenden Potenziale aktivieren [muss] und sich dabei nicht länger (...) auf eine rein moderierende und nachsorgende Rolle beschränken“ dürfe (ebd., S. 215 f.). Die stärkere Rolle des Staates müsse daher gleichzeitig durch ein „Mehr“ an bürgerschaftlichem Engagement ausgeglichen werden, indem der Staat erweiterbare Partizipationsmöglichkeiten bereitstellt (ebd., S. 216). Während Klimaschutz oft als Einschränkung und Verzichtszumutung aufgefasst werde, stehe der gestaltende und aktivierende Staat „unter der ausdrücklichen Zielsetzung, Freiheitsspielräume und Handlungsoptionen auch künftiger Generationen zu bewahren und nach Möglichkeit zu erweitern“ (ebd., S. 10). Wirtschaftsnobelpreisträgerin Elinor Ostrom hat mit ihrer Forschung darauf hingewiesen, dass die Selbstverwaltung von Kollektivgütern durch Betroffene mitunter zu effizienteren Lösungen als bei staatlichen Vorgaben führen könne (Ostrom 1990). Das unterstreicht die Rolle partizipativer Ansätze auf kommunaler Ebene, d.h. genau dort, wo die Menschen im direkten Kontakt mit anderen Menschen ihren ganz konkreten Lebensort selber gestalten können, z.B. mit quartiersbezogenen Ansätzen, bei denen durch Verkehrsbelastung betroffene Anwohnerinnen und Anwohner Lösungen für ihr eigenes Quartier entwickeln.

Die kommunale Akteurslandschaft setzt sich im Wesentlichen zusammen aus der kommunalen Vertretungskörperschaft (im Folgenden: Stadtrat genannt), dem oder der Bürgermeister*in, der Stadtverwaltung, den ortsansässigen Unternehmen und Nichtregierungsorganisationen und den Bürgerinnen und Bürgern (Naßmacher & Naßmacher 2007, S. 209). An der Spitze der Verwaltungsbehörde steht in allen Bundesländern der bzw. die von der Bevölkerung direkt gewählte Bürgermeister*in, von dem/der wesentliche Impulse für kommunale Schwerpunktsetzungen ausgehen können (ebd.). Der Stadtrat stellt das zentrale Willensbildungsorgan der kommunalen Selbstverwaltung dar und ist Teil der Kommunalverwaltung (ebd.). Zentrale Akteure sind die politischen Entscheidungsträger*innen, die mit ihrem politischen Mandat über lokale Verkehrspolitiken entscheiden und so Transformationspfade beschleunigen können (Rosenbloom & Meadowcroft 2022). Fraktionen spielen in der Kommunalpolitik eine geringere Rolle als in der Landes- oder Bundespolitik; häufig liege der Fokus auf den zu lösenden Sachproblemen, was auch zu häufig einstimmigen Entscheidungen führen könne (Naßmacher & Naßmacher 2007, S. 228 & 242). Die Bedeutung der Parteizugehörigkeit nehme mit steigender Stadtgröße zu, weshalb sich in großen Städten eher Ansätze parteistaatlicher Konkurrenzdemokratie finden ließen, wie Koalitionsvereinbarungen oder ein parteiübergreifendes Abstimmungsverhalten (ebd., S. 244). Stadträtinnen und Stadträte arbeiten ehrenamtlich, wodurch sie in vielen Bereichen mit begrenzter Fachexpertise und eingeschränkten Zeitbudgets lediglich über die von der Stadtverwaltung vorbereiteten Strategiekonzepte und Maßnahmen entscheiden. Während der Stadtrat das grundsätzliche „was“ beschließt, kommt der weisungsgebundenen Verwaltung die Aufgabe zu, das konkrete „wie“ der Umsetzung auszuarbeiten, bis hin zu „beschlussreifen“ Entschließungsvorschlägen oder Satzungstexten (Naßmacher & Naßmacher 2007, S. 211, 216 & 239). Dadurch nehmen die hauptberuflich agierenden Verwaltungsangestellten eine eigenständige und wirkmächtige Funktion bei der Erarbeitung von politischen Lösungsansätzen ein, insbesondere auf kommunaler Ebene (Roiseland & Vabo 2020). Banner et al. weisen darauf hin, dass sich Kommunalverwaltungen trotz ihres schlechten Rufs, wenig innovativ zu sein (2017, S. 121), in den vergangenen Jahrzehnten als „überraschend wandlungsfreudig“ erwiesen haben und mitunter sogar die eigentlichen Treiber von lokalen wie nationalen Innovationen gewesen sind (2017, S. 121).

Neben den staatlichen Akteuren sind zivilgesellschaftliche Akteure eine wichtige Akteursgruppe, die Einfluss auf die kommunale Verkehrsentwicklung nehmen. Zivilgesellschaftliche Akteure organisieren die Artikulation ihrer Interessen in Gruppen (z.B. Interessensgruppen auf Stadtteilebene), Organisationen (z.B. ADAC, ADFC, VCD, Fuss e.V.) und Bewegungen (z.B. Fridays for Future, Extinction Rebellion). Sie können erheblichen Einfluss auf lokale Entscheidungsprozesse nehmen, indem sie ihre Ideen auf die politische Bühne bringen, öffentliche Diskussionen anstoßen und Politikentscheidungen kritisch begleiten. So gab es beispielsweise in den Niederlanden in den 1970er Jahren soziale Bewegungen, die gegen eine rasant ansteigende Motorisierung protestierten, was dazu beitrug, dass die Radnutzung im Vergleich zu anderen europäischen Ländern auf hohem Niveau blieb – auch weil die Regierung mit den Protestgruppen kooperierte (Bruno et al. 2021). Auch der „Volksentscheid Fahrrad“ bzw. Radentscheide sind ausdrucksstarke Beispiele dafür, wie die Zivilgesellschaft politische Wirkungsmacht entfalten und konkrete Verbesserungen für den Radverkehr voranbringen kann (Changing Cities o.J.; Schwedes 2017, S. 171 f.; Flor 2020).

Die Radentscheide sind auch ein Beispiel dafür, wie Veränderungen von einzelnen Personen oder Gruppen angestoßen werden können. Beim Berliner Volksentscheid Fahrrad gilt Heinrich Strößenreuther als Initiator der Initiative (Reidl 2016). Ergebnisse aus der Transformationsforschung zeigen, dass einzelnen Akteuren für die Initiierung und Beschleunigung von Transformationsprozessen eine relevante Rolle zukommt bzw. „eine größere Rolle (...) als ihnen lange Zeit (...) zugestanden worden ist“ (WBGU 2011, S. 256) – insbesondere auf der lokalen Ebene (Torrens et al. 2021). Veränderungsakteure können dabei prinzipiell aus allen gesellschaftlichen Bereichen kommen. In der Forschung werden Akteure beschrieben als „Policy Entrepreneurs“ (Kingdon 1984), „Niche Entrepreneurs“ (Pesch et al. 2017) und „(Transformative) Leadership“ (Stewart, 2005: 149; Wolfram 2016). Der WBGU bezeichnet strategisch agierende Akteure, die gesellschaftliche Veränderungen auf den Weg bringen, als „Change Agents“ bzw. „Pionierinnen und Pioniere des Wandels“ (2011, S. 255 ff.; vgl. auch bei Kristof 2016).

Als dritte gesellschaftliche Akteursgruppe beeinflussen auch Marktakteure die Verkehrsentwicklungen in einer Stadt mit wechselnden Rollen, Ansichten, Interessen und verfügbaren Ressourcen. In vielen Fällen unterstützen Marktakteure tendenziell eher Politikansätze, die den motorisierten Verkehr in Städten nicht einschränken, so dass Handel und Arbeitgebende einfach mit dem Auto zu erreichen sind.⁸⁷ Auf lokale Entscheidungsprozesse haben sie beträchtlichen Einfluss, da Kommunen ein politökonomisches Interesse daran haben, den Wünschen lokal ansässiger Unternehmen nachzukommen, um Arbeitsplätze und Steuereinnahmen zu sichern. Gleichzeitig kann die ortsansässige Automobilbranche Einfluss auf lokale Entwicklungen nehmen, wobei der Einfluss der Automobilbranche auf übergeordneten politischen Ebenen aufgrund der dort angesiedelten Gesetzgebungskompetenzen und Fördermechanismen deutlich stärker ausgeprägt ist (Schwedes 2017).

Darüber hinaus gibt es weitere wichtige Akteure wie Medien, Wissenschaft und Bildung, sowie weitere Machtquellen (Meadowcroft 2007, S. 308) wie Geld, Gesetze, Einfluss, Fähigkeiten, Wissen und Charisma, die Einfluss nehmen auf politische Entscheidungen und den Ablauf von Ereignissen vor Ort. Politikgestaltung wird so Gegenstand kontinuierlicher gesellschaftlicher Aushandlungsprozesse (Benz 2004). Die verteilten Strukturen von Macht und Einfluss können Veränderungsprozesse in einer Stadt aufgrund von zeit- und arbeitsintensiveren Koordinations- und Partizipationsprozessen verlangsamen (Hart 2014, S. 2). Der entscheidende Vorteil von

⁸⁷ Vgl. zum Beispiel die Kritik der Initiative „Mobilität Leipzig 700 plus“ von IHK zu Leipzig, HWK zu Leipzig sowie der Ingenieurkammer Sachsen an MIV-beschränkenden verkehrspolitischen Maßnahmen (IHK zu Leipzig et al. 2019).

institutionellem Pluralismus liegt jedoch darin, dass es robustere Politikmaßnahme hervorbringt und dem Risiko machtmisbrauchender, um einzelne Personen herum gebildeter Regierungsstrukturen entgegenwirkt (Lindblom 1965; Hart 2014, S. 2).

Derzeitige Planungsansätze unterstreichen die Rolle von Partizipation, indem sie Prinzipien wie „Ko-Kreation“ und „Ko-Produktion“ zum Erreichen von gemeinwohlorientierten Zielen hervorheben, wie z.B. in der 2020 von den zuständigen Ministerinnen und Ministern für Stadtentwicklung in Europa verabschiedeten „Neuen Leipzig Charta“ als Rahmenwerk zur gemeinwohlorientierten, integrierten und nachhaltigen Stadtentwicklung (BMWSB 2020). Die Konzepte der Ko-Kreation und Ko-Produktion nehmen häufig Bezug auf die Arbeiten von Elinor Ostrom und beschreiben „[the] joint effort of citizens and public sector professionals in the initiation, planning, design and implementation of public services“ (Branden et al. 2018, S. 3). Stadt- und Verkehrsentwicklung werden dabei als „Gemeinschaftswerk“ verstanden, womit eine „echte Zusammenarbeit (gemeint ist), die idealerweise ‚auf Augenhöhe‘ stattfindet“ (Augenstein et al. 2022, S. 11). Der im Folgenden zusammengefasste vierte Fachartikel (Manuskript) geht der Frage nach, mit welchen Wirkmechanismen und durch welches Akteurshandeln („Warum?“) drei deutsche Vorreiterstädte erfolgreich sind und welche Dynamiken den Transformationsprozessen zugrunde liegen („Wie?“).

5.3 Vierter Fachartikel: Moving cities forward – Better understanding reconfigurative pathway creations in urban mobility using whole systems analysis and ‚urban landscapes‘ (Zusammenfassung)

4. referierter Fachartikel	Moving cities forward – Better understanding reconfigurative pathway creations in urban mobility using whole systems analysis and ‚urban landscapes‘
Autorin	Miriam Müller
Journal	Im Review-Prozess beim International Journal of Environmental Innovation and Societal Transitions (Stand: Juli 2024)

*„Die erforderliche Transformation scheint offenbar weniger ein Erkenntnis-, als vielmehr ein Umsetzungsproblem zu sein. (...) Wie gelingt die erfolgreiche Umsetzung der komplexen und vielfältigen erforderlichen Maßnahmenbündel über vereinzelte, erfolgreiche Pilotprojekte hinaus?“
(Agora Verkehrswende 2017, S. 32)*

Forschungsfragen und methodischer Ansatz

Während die Frage danach, „was“ für die Mobilitätswende im Verkehr erforderlich ist (und in welcher Größenordnung) im zweiten und dritten veröffentlichten Fachartikel der publikationsbasierten Dissertation thematisiert wurde, werden im vierten (eingereichten und im Review-Prozess befindlichen; Stand Juli 2024) Fachartikel die Fragen danach, „warum“ (Wirkmechanismen, Akteurshandeln) und „wie“ (Dynamiken) sich drei deutsche Vorreiterstädte im Bereich der Verkehrsverlagerung „relativ erfolgreich“ (Bratzel 1999) entwickelt haben. Zur Beantwortung der Fragestellungen werden Fallstudien der drei Städte Bremen, Karlsruhe und Leipzig durchgeführt auf der Basis von Dokumentenauswertungen (insbesondere Strategien, Pläne, Medienberichte) und der Durchführung von insgesamt 46 leitfadengestützten Interviews mit Expertinnen und Experten der drei Städte aus Politik und Verwaltung, von Verkehrsanbietern

und aus der Zivilgesellschaft im Jahr 2019 (z.B. ADAC, ADFC, IHK, BUND, VCD, Fuss e.V.; siehe Müller 2024, S. 37). Die Interviews wurden transkribiert und inhaltsanalytisch ausgewertet (ausführlich: Müller 2020).

Systemdynamiken

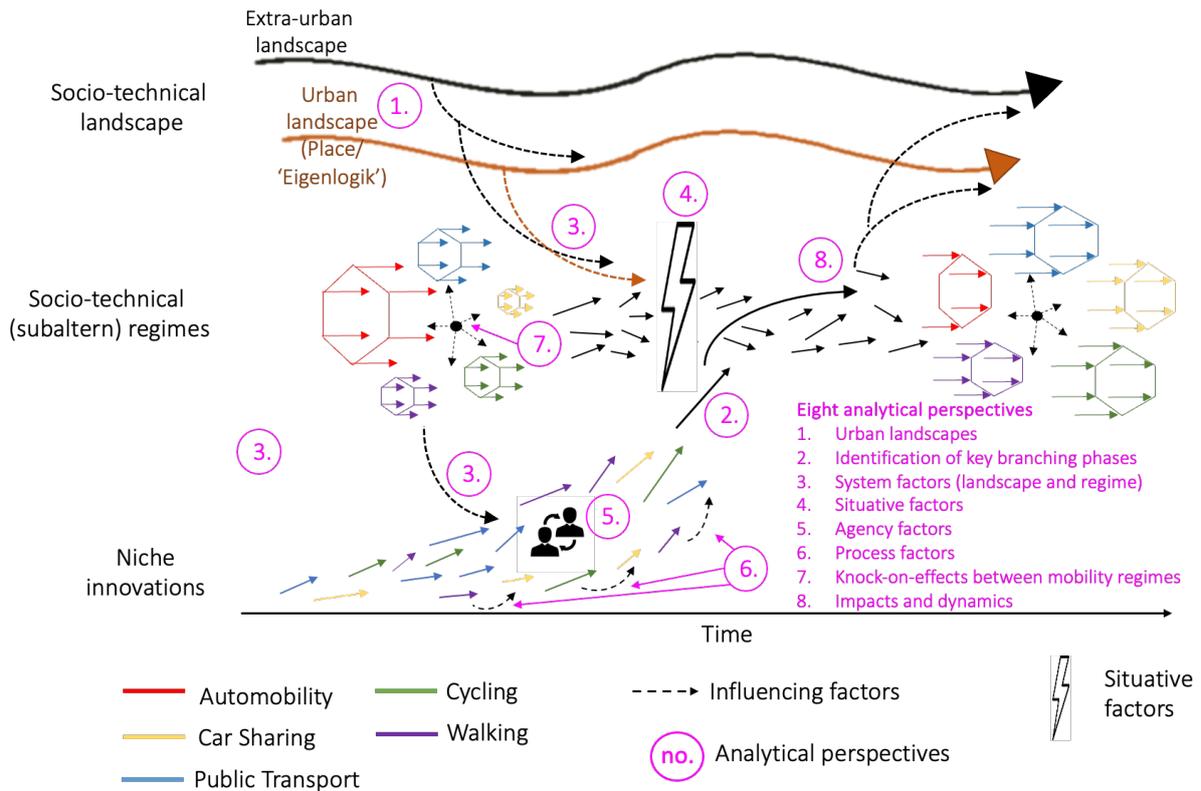
Zurückliegende und gegenwärtige Transformationsprozesse zu verstehen, ist ein zentrales Anliegen der Transitionsforschung, um darauf aufbauend passende und angemessene Ansätze zur zielgerichteten Unterstützung und Gestaltung von Transformationsprozessen abzuleiten (Roberts & Geels 2019; Truffer et al. 2022). Zur Analyse der Fragestellung nutzt der Fachartikel Theorieansätze der Transition Theory und entwickelt diese zur Anwendung im Rahmen der drei Fallstudien weiter, insbesondere aufbauend auf Geels' Multi-Level-Perspektive (MLP, Geels 2002 & 2012) und deren Verfeinerung zur Berücksichtigung unterschiedlicher Transformationsdynamiken im Konzept der Transformationspfade (Geels & Schot 2007). Hierbei bezieht sich der Fachartikel vor allem auf den „rekonfigurativen“ Transformationspfad, der Systemtransformationen als graduelle Systemrekonfigurationen konzeptualisiert mit multiplen Regime- und Transformationsdynamiken, Regime-Veränderungen, Systemergänzungen („add-ons“) und prozedurale „Anstups“-Effekten („knock-on“-Effekte), da Mobilitätstransformationen die Besonderheit haben, dass sie nicht nur ein (Verkehrs-)Regime, sondern mehrere Verkehrsregime umfassen (Müller 2024, S. 3). Geels (2012) unterteilt diese in das „dominante“ Automobilitätsregime und die „subalternen“ nachhaltigkeitsorientierten Verkehrssysteme wie Fuß- und Radverkehr, ÖPNV und Carsharing. Entsprechend des Multi-Regime-Charakters von Verkehrstransformationen wird im Fachartikel die Abbildung einer MLP zur Nutzung als heuristisches Analyserwerkzeug entwickelt mit nicht nur einem, sondern mehreren, sich gegenseitig beeinflussenden Verkehrsregimen (Abbildung 5-2).

Städtische Eigenlogiken

Die Transformationsforschung unterstreicht die Rolle des Ortes („role of place“, Truffer et al. 2015; Binz et al. 2020; Bögel et al. 2022) als Quelle besonderer „transformativer Kapazität“ (Wolfram 2016), die berücksichtigt werden sollte, um unterschiedliche Entwicklungen zwischen Städten verstehen und erklären zu können. Auch im deutschsprachigen Raum wird darauf mit den Konzepten der „Eigenlogik“ (Löw 2008) und der „Eigenart“ (WBGU 2016, S. 3 ff.) Bezug genommen. Städtische Eigenlogiken werden so verstanden, dass sie lokale Arten zu Denken und zu Handeln beeinflussen, z.B. durch ortsspezifische Machtverhältnisse, ziviles Engagement, soziales Kapital und die Offenheit gegenüber Neuigkeiten (Rodenstein 2008). Das Konzept der „Eigenlogik“ wurde in verschiedenen Studien zur Analyse unterschiedlicher städtischer Entwicklungen angewendet (ebd., Zimmermann 2008).

Im Rahmen der Fallstudien wird für die Analyse der „Eigenlogiken“ ein besonderer Fokus auf solche Charakteristika der Städte gelegt, von denen angenommen werden kann, dass sie aufgrund der historischen Entwicklung der Städte tief in der „DNA“ der Menschen einer Stadt verankert sind. Analytisch wird für die Berücksichtigung lokaler Eigenlogiken die Landschaftsebene in eine „urbane“ und eine „außer-urbane“ (extra-urban) Landschaftsebene unterteilt (vgl. Nr. 1 in Abbildung 5-2). Darüber hinaus verortet Abbildung 5-2 die Rolle des Akteurshandelns auf der Nischenebene (Nr. 5) und integriert einen Blitz (Nr. 4), um darauf aufmerksam zu machen, dass ein besonderer Fokus darauf gelegt wird zu analysieren, inwiefern situative Faktoren zur Öffnung von Gelegenheitsfenstern beigetragen haben. Die Analyse der Fallstudienstädte erfolgt prozessorientiert (Nr. 6 und 7), das heißt, es werden zeitliche Entwicklungen berücksichtigt, sich verändernde Systemeinheiten (Verkehrsregime), Knock-on-Effekte zwischen

Verkehrsregimen, Pfadabhängigkeiten sowie kurzfristige und weiter zurückliegende Einflussfaktoren für Entwicklungen (Abbott 2001, Geels & Schot 2010).

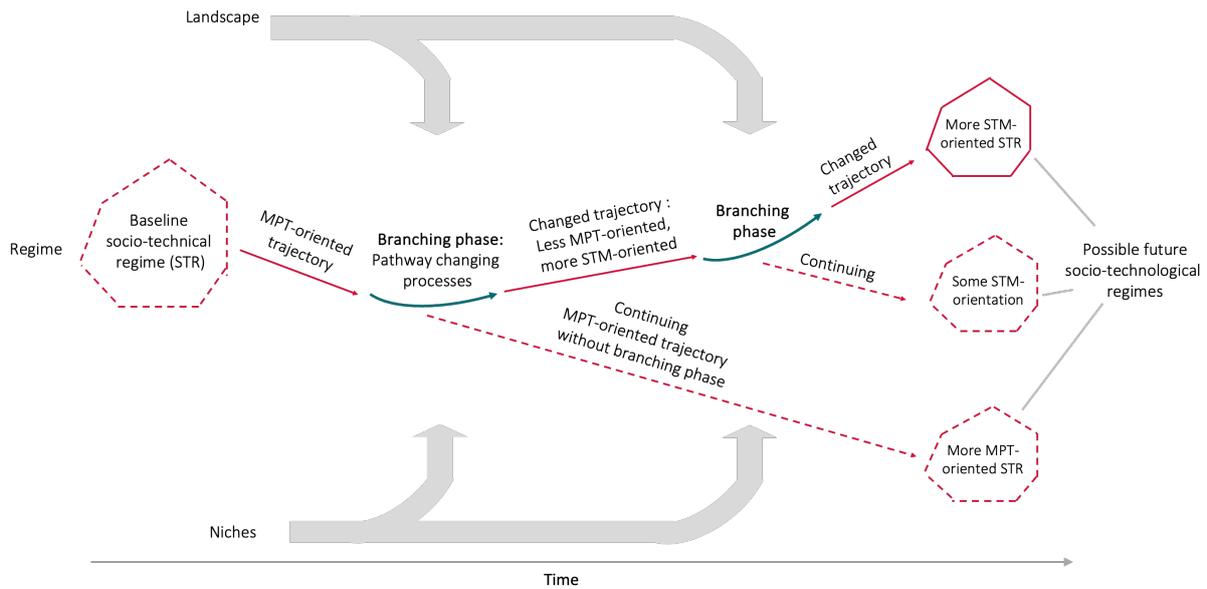


Eigene Abbildung in Anlehnung an Geels 2012 in Müller 2024, S. 5 (Manuskript im Review; Stand Juli 2024)

Abbildung 5-2: Analytischer Rahmen zur Analyse rekonfigurativer Transformationspfade, dargestellt anhand der Multi-Level-Perspektive (MLP)

„Abzweigungsphasen“

Bei der Analyse städtischer Transformationsprozesse ist zu berücksichtigen, dass es sich um hochkomplexe, nicht-lineare Vorgänge handelt, die auf multiplen Ebenen (multi-level) mit vielfältigen Einflussfaktoren und zahlreichen Akteurshandlungen stattfinden. Kausale Zusammenhänge können nur schwerlich „gemessen“ werden, da es in komplexen Systemen multikausale und nicht-proportionale Zusammenhänge gibt. Um die Analyse derart komplexer Vorgänge zu ermöglichen, fokussiert sich die Studie auf Phasen, in denen die städtischen Transformationspfade neue Entwicklungsrichtungen einschlagen und die von den Interviewpartner*innen als „Wendephasen“ in der kommunalen Verkehrspolitik wahrgenommen werden. Hierfür bezieht sich der Fachartikel auf das Konzept der „Branching points“ („Abzweigungspunkte“, Foxon et al. 2013), die die Rolle von Akteurshandlungen und -entscheidungen für die Entwicklung von Transformationspfaden unterstreichen. Im Rahmen des Fachartikels wird diese punktuelle Sichtweise (Branching *points*) auf die Betrachtung von Abzweigungs*phasen* (Branching *phases*) erweitert, (vgl. Abbildung 5-3), da davon ausgegangen wird, dass transformative Entwicklungen zwar auf punktuellen Entscheidungen basieren können, diese aber auf vorhergehende Entwicklungen aufbauen und ihre Wirkungen über längere Zeiträume entfalten können (Müller 2024, S. 6).



STR = socio-technical regime; STM = sustainable transport modes, MPT = motorized private transport

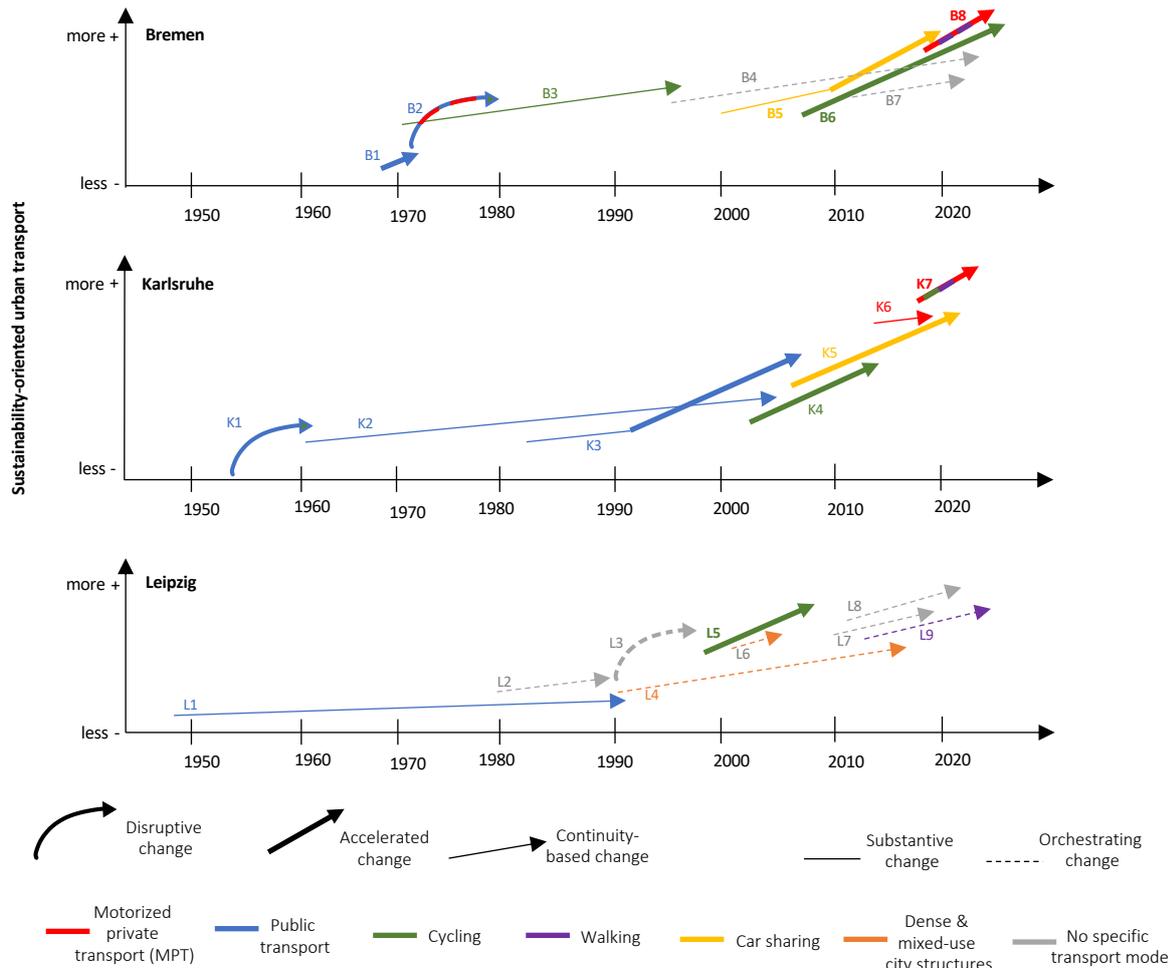
Eigene Abbildung in Müller 2024, S. 7 (Manuskript im Review, Stand Juli 2024) in Anlehnung an Rosenbloom 2018, S. 4; siehe eine ähnliche Darstellung zu sich verzweigenden Entwicklungspfaden bei IPCC 2014, S. 29 (Abbildung 8-4)

Abbildung 5-3: Konzept der „Abzweigungsphasen“ (branching phases) zur Analyse urbaner Transformationspfade

Transformationspfade städtischer Mobilität

Der Fachartikel entwickelt für jede der analysierten Städte einen Transformationspfad (vgl. Müller 2014, S. 13-15 bzw. Anhang 8.7). Die Transformationspfade stellen dar, bei welchen Verkehrsträgern „Abzweigungsphasen“ stattgefunden haben und welche (System-)Faktoren bzw. welches Akteurshandeln, das auf der Nischenebene verortet wird, die Abzweigungsphasen beeinflusst hat. Aus einer Prozess-Perspektive werden Zusammenhänge zwischen Abzweigungsphasen dargestellt (welche frühere Entwicklung beeinflusst eine spätere Entwicklung, „knock-on-Effekte“). Einflussfaktoren, die in den Transformationspfaden als besonders relevant eingeschätzt werden, werden farblich hervorgehoben. Darüber hinaus wird für jede Abzweigungsphase die Transformationsdynamik dargestellt in den Kategorien „kontinuierlich“, „beschleunigt“ und „disruptiv“. Die Dynamiken der Abzweigungsphasen werden nicht nur in den Transformationspfaden dargestellt, sondern zusätzlich auf einer Zeitachse eingetragen, um eine vergleichende Betrachtung der Transformationsdynamiken zwischen den Städten zu ermöglichen (Abbildung 5-4).

Kapitel 5 – Wie? Verkehrsverlagerung als gemeinschaftliche Pfadkreation



Eigene Abbildung in Müller 2024, S. 7 (Manuskript im Review, Stand Juli 2024)

Abbildung 5-4: Qualitativ erfasste Transformationsdynamiken in den Städten Bremen, Karlsruhe und Leipzig

Im Ergebnis wird mit dem vierten Fachartikel ein konzeptioneller Rahmen entwickelt, mit dem komplexe Transformationsprozesse im städtischen Verkehr durch die Nutzung von Farben, Symbolen und der Zeitachse übersichtlich und vergleichend dargestellt werden können („to map developments“). Der methodische Ansatz erlaubt es zudem, städtische Transformationsprozesse sowohl aus einer „hereingezoomten“ Perspektive zu betrachten (Einflussfaktoren für einzelne Abzweigungsphasen), als auch aus einer „herausgezoomten“ Perspektive (Gesamtentwicklungen und -dynamiken). Hochkomplexe und nicht direkt „sichtbare“ Transformationsprozesse können so zugänglich und verständlich gemacht werden für die wissenschaftliche Analyse oder den gesellschaftspolitischen Diskurs. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Transformationspfade das Ergebnis subjektiver Interpretationen, Selektionen und Verdichtungen dessen handelt, was tatsächlich in einem komplexen Stadtsystem passiert – basierend auf den Wahrnehmungen und Interpretationen der interviewten Personen, den Ergebnissen der Dokumentenauswertungen sowie der Auswahl und Gewichtung durch die Forscherin.

Systemdynamiken der Fallstudienstädte

Die Anwendung der konzeptionellen Ansätze auf die drei Fallstudienstädte zeigt, dass sie geeignet sind, um Muster städtischer Transformationsprozessen zu erkennen, städtische Transformationspfade miteinander zu vergleichen und Entwicklungen besser zu verstehen. Die graphischen Abbildungen der Transformationspfade mit Farben und Symbolen zeigen beispielsweise Unterschiede zwischen Leipzig als Stadt der ehemaligen DDR und Bremen und Karlsruhe als Städte der „alten Länder“. In Leipzig hat der massive Einfluss der deutschen Wiedervereinigung auf der Landschaftsebene und die damit verbundenen dynamischen Entwicklungen (z.B. enorme Einwohnerverluste, Stadtsanierung, starke Bevölkerungsgewinne) den Transformationspfad stark geprägt: mit mehr strategischen Abzweigungsphasen und Phasen zur Aufwertung des öffentlichen Raums, während in Bremen und Karlsruhe eher Abzweigungsphasen identifiziert werden, die bestimmte Verkehrsträger adressieren (vgl. Kapitel 8.7).

Im Vergleich ähneln sich die drei Fallstudienstädte dahingehend, dass sie ihre Transformationspfade schon vor längerer Zeit begonnen haben. Darüber hinaus betreffen die ersten, seit der Nachkriegszeit erfassten Abzweigungsphasen in allen drei Städten den öffentlichen Verkehr – mit dem Ergebnis, dass die Straßenbahnsysteme erhalten blieben, während sie zur gleichen Zeit in vielen anderen deutschen Städten abgeschafft wurden. Die Straßenbahn als „Rückgrat“ des ÖPNV in Großstädten kann als ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die nachhaltigkeitsorientierten Transformationsprozesse in den Fallstudienstädten angesehen werden. In allen drei Städten folgten zudem ab den 2000er Jahren Phasen einer verstärkten Radverkehrsförderung, in Bremen und Karlsruhe zudem eine spürbare Zunahme des Carsharing-Angebots sowie erst in den letzten Jahren eine Hinwendung auch zu restriktiveren Ansätzen gegen den Autoverkehr. Restriktivere Ansätze scheinen dann besser möglich zu sein, wenn überzeugende Alternativen zum eigenen Pkw vorhanden und gut entwickelt sind.

Dualität von Struktur und Handlung

Neben Einsichten zu den Systemdynamiken ermöglicht die Analyse der städtischen Transformationspfade durch ein „zoom-in“ auf die einzelnen Abzweigungsphasen auch die Gewinnung von Erkenntnissen zur Rolle des Akteurshandelns für die Entwicklung der Transformationspfade. Eine Stärke des methodischen Ansatzes liegt darin, dass leicht erkenntlich wird, wie sich Transformationspfade in einem ausgeprägten Wechselspiel zwischen sich gegenseitig beeinflussenden strukturellen Rahmenbedingungen und Akteurshandeln entwickeln, da die von der Autorin als wesentlich bewerteten Einflussfaktoren (gelb markierte Kästen) bei fast allen Abzweigungsphasen sowohl oberhalb („system effects“), als auch unterhalb („agency effects“) der Abzweigungsphasen („branching phases“) verortet sind (vgl. Anhang 8.7). Die von Giddens (1984) geprägte „Dualität von Struktur und Handlung“ wird so für konkrete Fallstudienstädte nachvollziehbar aufgezeigt. Dieses Ergebnis unterstreicht die Relevanz für Akteure, die sie umgebenden strukturellen Gegebenheiten zu spüren und zu verstehen, um vor diesem Hintergrund passende und angemessene, umsetzbare Handlungsansätze zu entwickeln.

Akteurshandeln

Hinsichtlich des Akteurshandelns unterstreichen die Fallstudienenergebnisse die besondere Bedeutung, die einzelne Akteure für die Pfadkreation auf städtischer Ebene haben können. So sind es häufig starke Einzelpersonlichkeiten („Change Agents“; Kristof 2016; WBGU 2011, S. 256), die durch cleveres strategisches Handeln und ein hohes Maß an persönlichem Engagement maßgeblichen Einfluss auf die Entwicklung in ihrer Stadt nehmen konnten, zum Beispiel:

- Bremen: Michael Glotz-Richter, Referent für Nachhaltige Mobilität im Bremer Senat zur Förderung von Carsharing („Mobil.Punkte/Pünktchen“, B5 in Abbildung 8-6),
- Karlsruhe: Dieter Ludwig, langjähriger Leiter des Karlsruher Verkehrsverbunds und weiterer Verkehrsgesellschaften, der maßgeblich die Entwicklung und den Ausbau des ÖPNV in Karlsruhe vorangebracht hat (K3, in Abbildung 8-7),
- Leipzig: Niels Gormsen, erster Baubürgermeister Leipzigs nach der Deutschen Wiedervereinigung, der sich unter anderem von Anfang an für eine autofreie Innenstadt engagiert hat (L3, Abbildung 8-8).

Aber auch **kollektive Akteure** haben Veränderungen vorangebracht, zum Beispiel:

- Bremen: Schülerassoziation, die erfolgreich gegen die Erhöhung der Fahrpreise in der Straßenbahn protestierten (B1) und der lokale ADFC als treibende Kraft für die Einrichtung der deutschlandweit ersten „Fahrradzone“ (B6, Abbildung 8-6),
- Karlsruhe: Gemeinderat, der mit großer Mehrheit das ambitionierte „Karlsruher Programm für Aktive Mobilität“ (Stadt Karlsruhe 2021) beschließt mit einem ambitionierten, an die 1,5 Grad-Grenze angelehnten Modal Split Zielwert (Reduktion des MIV-Wegeanteil von 33% in 2018 auf 18% in 2035) (K7, Abbildung 8-7),
- Leipzig: Seniorinnen- und Seniorenrat der Stadt Leipzig, die sich für eine verstärkte Förderung des Fußverkehrs einsetzen, was zur Einstellung des „ersten Fußverkehrsbeauftragten Deutschlands“ im Jahr 2018 führte (L9, Abbildung 8-8).

Einige der identifizierten Abzweigungsphasen konnten deshalb erfolgreich umgesetzt werden, weil Gelegenheitsfenster genutzt wurden, z.B. die schlechte Bewertung der Radfahrbedingungen in Karlsruhe durch eine deutschlandweite Studie des ADACs für eine verstärkte Radverkehrsförderung (K4, Abbildung 8-7; darüber hinaus auch B2, B5, K6, L7+8). Darüber hinaus war die Bildung von Akteurskoalitionen in mehreren Abzweigungsphasen ausschlaggebend für transformative Entwicklungen, z.B. die Bildung einer Akteurskoalition durch den Karlsruher Baubürgermeister für den gemeinsamen Dialog zur strategischen Ausrichtung der künftigen Radverkehrspolitik nach dem schlechten Abschneiden in der Studie zu den Radbedingungen (K4, darüber hinaus insbesondere auch B1+2, B6+7, K7, L2-5, L9). In allen drei Fallstudienstädten wurde eine schon seit vielen Jahren praktizierte partizipative Arbeitskultur der Stadtverwaltungen von den Interviewpartner*innen positiv hervorgehoben.

Einfluss „städtischer Eigenlogiken“

Als ebenfalls prägend für die Transformationspfade erwies sich in allen drei Fallstudienstädten der Einfluss der für die Analyse gebildeten „urbanen Landschaftsebene“, für die besonders die geschichtliche Entwicklung der Städte berücksichtigt wurde. Städtische Identitäten können dabei nicht als fix verstanden werden, sondern als fluid und kontinuierlich in Veränderung (Binz et al. 2020). Dennoch stellt gerade die historische Entwicklung einen festen Bezugspunkt dar, der die Stadtgesellschaft prägt und der von der Regimeebene (in unterschiedlicher Weise) sinnstiftend für das Gemeinschaftswerk „Verkehrswende“ genutzt werden kann. Die Analyse der

städtischen Eigenlogiken zeigt, dass die drei Fallstudienstädte durchaus unterschiedliche Charakteristika aufweisen, die die stadtspezifischen Transformationspfade in mehreren Abzweigungsphasen mitgeprägt haben. Ein paar ausgewählte Beispiele:

- Die Stadt Karlsruhe wurde 1715 als Planstadt gegründet, was eine Planungs- und Technologieaffinität geprägt zu haben scheint und die Planung und Entwicklung des dortigen stadt-regionalen Schienenpersonennahverkehrs begünstigt zu haben scheint (K1-3).
- In der eigensinnigen und weltoffenen Hafenstadt Bremen verbinden sich eine norddeutsche Kultur des „offenen Wortes“ mit unternehmerischem Erfindungsreichtum, was zu einer Kultur des „Wagen und Gewinns“ geführt hat (Wahlspruch der Bremer Kaufleute aus dem 19. Jahrhundert). Dementsprechend ausgeprägt sind in Bremen innovative und experimentelle Ansätze zur Verbesserung des Stadtverkehrs, die in vielen Fällen die Grundlage gebildet haben für Änderungen der Verkehrsgesetze auf übergeordneten politischen Ebenen (z.B. Öffnung von Einbahnstraßen für den Radverkehr (B2), Bereitstellung von öffentlichem Raum für Carsharing-Stellplatzflächen und die Verknüpfung mit Verkehrsmitteln des Umweltverbands an „Mobil.Punkten“ (B5), erste „Fahrradzone“ Deutschlands (B8)).
- Dass es ausgerechnet in der Stadt Leipzig Deutschlands ersten Fußverkehrsbeauftragten gibt, dürfte auch damit zusammenhängen, dass die Tradition Leipzigs als Messestandort seit dem 12. Jahrhundert eine ausgeprägte Zufußgeh-Kultur in der Leipziger Innenstadt geprägt hat, mit einem umfangreichen Passagensystem in der Innenstadt und der Wahrnehmung der Innenstadt als „Wohnzimmer“.

Neben diesen Einzelbeispielen (ausführlich: siehe Müller 2024, S. 13-20) gibt es einige Ähnlichkeiten zwischen den Städten, die von grundlegenderer Natur zu sein scheinen für die erfolgreiche Gestaltung von Transformationsprozessen – und die mitbegründen, warum sich die drei Fallstudienstädte früher als andere Städte zu Vorreiterstädten entwickelt haben. So sind die urbanen Eigenlogiken der drei Fallstudienstädte geprägt von:

- Selbstverständnis als **Bürgerstädte** und Wunsch nach **Selbstbestimmung**:
 - Bremen: Unabhängige Bürgerstadt seit 1186; heute politische Selbstbestimmung als Stadtstaat;
 - Karlsruhe: Weitreichende Bürgerrechte bei Stadtgründung;
 - Leipzig: Mehr als 800-jährige Tradition als unabhängige Bürgerstadt.
- **Neugier** und **Offenheit** für Neues:
 - Bremen: Austausch mit andern Kulturen als Hafenstadt;
 - Karlsruhe: Menschen aus ganz Europa zogen in die neu gegründete Planstadt;
 - Leipzig: Handels- und Messestandort, kulturelles Zentrum.
- Mut zum **Experimentieren**:
 - Bremen: Motto der Bremer Kaufleute „wagen und gewinnen“;
 - Karlsruhe: Großexperiment des „Karlsruher Modells“;
 - Leipzig: experimentelle Stadtraumgestaltung nach der Wende; erster Fußverkehrsbeauftragter.

- **Ausgeprägter Gerechtigkeitssinn:**
 - Bremen: Protestkultur;
 - Karlsruhe: „Residenz des Rechts“: Standort der drei höchsten deutschen Rechtsinstitute: Bundesverfassungsgericht, Bundesgerichtshof, Bundesanwalt beim Bundesgerichtshof;
 - Leipzig: Montagsdemonstrationen mit der Forderung nach politischer Mitsprache im politischen System der DDR.
- **Aktiv und partizipativ gestaltete Demokratie:**
 - Bremen: ausgeprägte Protestkultur als Stadtstaat (z.B. B1+2);
 - Karlsruhe: Bau des ersten deutschen Parlamentsgebäudes;
 - Leipzig: Tradition der „runden Tische“ seit der Wende.

Während die Klimawissenschaften auf das Risiko sich selbstverstärkender Kippunkte im Klimasystem aufmerksam machen („cascading climate change impacts“, Lawrence et al. 2020), wird gleichzeitig erforscht, inwiefern auch Gesellschaften das Potenzial zur Entfaltung von sich beschleunigenden und selbstverstärkenden Dynamiken haben (Otto et al., 2020; Winkelmann et al., 2022). Durch die Abbildung der Transformationsdynamiken entlang wesentlicher Abzweigungsphasen in den Transformationspfaden der Städte zeigen die Ergebnisse des Fachartikels, dass durch „Anstups“-Effekte (knock-on-effects) zwischen verschiedenen Verkehrsträgern und gesellschaftliche Lernprozesse beschleunigende Dynamiken möglich sind.

Der stufenhafte Transformationspfad der Stadt Karlsruhe kann hierfür als ein Beispiel genannt werden (4. Fachartikel). Ein sehr gut ausgebauter stadtreionaler Schienenpersonennahverkehr bildet hier die Grundlage für ein qualitativ hochwertiges ÖPNV-System, das ein frühes Selbstverständnis der Bürgerinnen und Bürger dafür geprägt hat, in einer „Stadt der nachhaltigen Mobilität“ zu wohnen. Dies hat den stadtesellschaftlichen Rückhalt für ambitionierte Verbesserungen im Radverkehr gegeben, als sich ein Gelegenheitsfenster öffnete (schlechte Bewertung der Radverkehrsbedingungen 2004). Die Kombination aus einem gut ausgebauten ÖPNV und einem qualitativ verbesserten Radsystem wiederum hat eigendynamische Systementwicklungen unterstützt und zu einer umfassenden Ausweitung des Carsharing-Angebots geführt (deutsche „Carsharing-Hauptstadt“ Deutschlands seit 2013). Gerade in den letzten Jahren werden vermehrt restriktivere Ansätze gegen den Autoverkehr umgesetzt, was aufgrund der guten Bedingungen im Umweltverbund besser möglich erscheint als dies vermutlich in anderen Städten der Fall wäre. Im Jahr 2021 wurde in einem für deutsche Städte beispielhaftem Ansatz die Bedeutung der 1,5 Grad-Grenze im Klimaschutz auf den städtischen Verkehr übertragen und das ambitionierte Ziel formuliert, bis zum Jahr 2035 den MIV-Wegeanteil von 33% in 2018 auf 18% in 2035 zu reduzieren (= -0,9 Prozentpunkte pro Jahr) („Karlsruher Programm für Aktive Mobilität“, Stadt Karlsruhe 2021, S. 4). Das Ziel wurde mit breiter Mehrheit vom Gemeinderat beschlossen (38 zu 3 Stimmen), was die große stadtesellschaftliche Zustimmung zu einer ambitionierten nachhaltigkeitsorientierten Verkehrsgestaltung auf der Basis von technischen Systemverbesserungen und sozialen Lernprozessen der Stadtgesellschaft zeigt.

6 Handlungsempfehlungen

*„Der Weg hin zu einer nachhaltigen Entwicklung stellt einen ethisch orientierten Such-, Lern- und Erfahrungsprozess dar“
(Grundwald & Kopfmüller 2012, S. 15)*

Während die vier Fachartikel zum Teil eigene und für die Fragestellungen der jeweiligen Fachartikel spezifische Handlungsempfehlungen und weitere Forschungsbedarfe formulieren, werden an dieser Stelle ergänzend fünf übergreifende Handlungsempfehlungen vorwiegend an Akteure der Stadtgesellschaften formuliert (insbesondere Stadtpolitik und Verkehrsplanung sowie ergänzend Zivilgesellschaft) sowie in Kapitel 7.3 übergreifend weiterer Forschungsbedarf für die Wissenschaft dargestellt.

6.1 Verkehrsverlagerung ist Klimaschutz: Städte sollten sich ambitionierte Ziele setzen und den MIV-Wegeanteil um durchschnittlich ein bis zwei Prozentpunkte pro Jahr reduzieren

Diese Dissertation zeigt, dass Nachhaltigkeits- und Klimaschutzgründe keine zögerlichen und kleinteiligen Herangehensweisen erlauben, sondern sofortige und umfassende Maßnahmen erfordern. Für den Verkehrsbereich, dem „Sorgenkind“ der Klimapolitik, bedeutet dies nicht weniger als einen Paradigmenwechsel – weg von einer in weiten Teilen nach wie vor vom Auto dominierten städtischen Personenmobilität hin zu einer nachhaltigen und sozial gerechteren Mobilität mit den Verkehrsmitteln des Umweltverbunds. Um das zu erreichen, ist es erforderlich, den Anteil des Pkw-Verkehrs an den zurückgelegten Wegen und Distanzen stark zu reduzieren: in der Größenordnung einer kurzfristigen Halbierung. Das Ziel eines „Vier Viertel Modal Splits“ der Wege kann hierfür als Orientierung dienen, d.h. dass in Großstädten als kurzfristiger Zwischenschritt je ein Viertel der Wege zu Fuß, mit dem Rad, dem ÖPNV und dem motorisierten Individualverkehr (MIV) zurückgelegt werden sollten. Da Klimaschutz gerade in der Personenmobilität keine weiteren Verzögerungen erlaubt, sollten Großstädte dieses Ziel bereits bis zum Jahr 2030 anstreben. Internationale Vorreiterstädte zeigen, dass die Reduktion des MIV-Wegeanteils um ein bis zwei Prozentpunkte pro Jahr ambitioniert und möglich ist.

Die Dissertation zeigt, dass viele Großstädte bereits heute ambitionierte Ziele zur Verkehrsverlagerung verfolgen, mit denen sie einen konkreten Beitrag zum Klimaschutz im Stadtverkehr und für mehr Lebensqualität in der Stadt leisten möchten. Einige Großstädte konnten in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten bereits beachtliche Erfolge zur Reduktion des Pkw-Wegeanteils realisieren, so zum Beispiel die Städte Wien, Zürich, London und Karlsruhe. Viele weitere Großstädte (und auch kleinere Städte) sollten sich auf der Basis ortsbezogener Leitbilder ebenfalls ambitionierte Ziele zur Verringerung des Wegeanteils im motorisierten Individualverkehr setzen. Bei städtischen Zielsetzungen sollten aufkommensbezogene Verlagerungsziele (Wege) um aufwandsbezogene Modal Split-Ziele ergänzt werden (Personenkilometer)⁸⁸, um nicht nur relative, sondern auch absolute Zielwerte zu benennen (Holz-Rau et al. 2018, S. 539; Schäfer-Sparenberg 2021, S. 62). Die Stadt Karlsruhe verfolgt bereits heute Ziele sowohl zur Reduktion MIV-Anteils an den Wegen als auch am Verkehrsaufwand (Stadt Karlsruhe 2021, S. 4). Da Modal Split Daten in vielen Städten nur auf Wegebasis vorliegen, sollten entsprechende aufwandsbezogene Daten erhoben und frei zugänglich bereitgestellt werden. Um darzustellen, welche

⁸⁸ Wetzchewald & Reutter schlagen für das Land NRW die Steigerung des Verkehrsaufwands, der mit den Verkehrsmitteln des Umweltverbundes erbracht wird, auf 50% bis 2035 vor (2021, S. 47).

Gewinne durch die Verlagerung von Autoverkehr für die Lebensqualität vor Ort erreicht werden können, sollten sich Städte zusätzlich Ziele zur Verringerung der negativen Effekte des Verkehrs setzen und die Entwicklungen zu mehr Nachhaltigkeit in der Stadt regelmäßig überprüfen und bei Bedarf nachsteuern, zum Beispiel im Rahmen von kommunalen Nachhaltigkeitsstrategien.

Die Entwicklung von politischen Leitbildern und Zielen sollte im Dialog mit gesellschaftspolitischen Akteuren erfolgen. Die Entwicklung des Leitbildvorschlags „Nachhaltiges NRW 2030“ für das Land NRW (1. Fachartikel) hat gezeigt, wie Akteure aus Wissenschaft und Praxis die Politik bei der Entwicklung von Leitbildern und SMARTen, auf unabhängigen wissenschaftlichen Grundlagen basierenden Zielen unterstützen können. Das trägt dazu bei, wissenschaftlich robustes und gesellschaftlich relevantes Zielwissen zu generieren und eine höhere Akzeptanz der Ziele zu erreichen. Dabei gilt gleichzeitig: Das Entwickeln von Leitbildern und Zielen sollte keine einmalige Angelegenheit sein, sondern reflexiver Bestandteil eines kontinuierlichen und iterativen Prozesses aus Entwicklung, Monitoring und Weiterentwicklung (z.B. Ambitionssteigerung).

6.2 Imitate to innovate: Ambitionierte push- und pull-Maßnahmen clever kombinieren und von anderen Städten lernen

Die Dissertation zeigt anhand von Szenarienergebnissen, dass mit der Strategie der Verkehrsverlagerung relevante und schnelle Beiträge zum Klimaschutz erreicht werden können (3. Fachartikel). Anhand europäischer und deutscher Vorreiterstädte (Benchmarks) zeigt die Dissertation, dass Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung von einzelnen Städten schon heute ambitioniert verfolgt werden (2. und 3. Fachartikel). Um Verkehrsverlagerung erfolgreich voranzubringen, ist es erforderlich, restriktive Maßnahmen gegen den Autoverkehr und Maßnahmen zur Förderung des Umweltverbunds in einem integrierten Ansatz clever kombiniert und unter Bereitstellung partizipativer Beteiligungsmöglichkeiten umzusetzen. Dies ist erforderlich, damit die Mobilität der Menschen aufrecht erhalten bleibt, Maßnahmen gesellschaftliche akzeptiert und Synergieeffekt generiert werden (3. Fachartikel) – ein Prinzip, das europäische Vorreiterstädte seit vielen Jahren verfolgen (2. Fachartikel). Es kommt also darauf an, nicht *eine* ambitionierte Maßnahme isoliert umzusetzen (z.B. günstiges ÖPNV-Ticket), während ein ansonsten unverändertes Verkehrssystem unverhältnismäßig große und ungerechte Privilegien für den Autoverkehr aufrecht erhält (z.B. kostenloses Parken im öffentlichen Raum), sondern *viele* unterschiedliche push- und pull-Maßnahmen integriert umzusetzen – in der Reihenfolge, der Kombination und der Größenordnung, wie sie für die ortsspezifischen Bedingungen als geeignet bewertet werden. Insbesondere restriktive Maßnahmen gegen den städtischen Autoverkehr können dabei einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen des Stadtverkehrs leisten (3. Fachartikel) – erfordern aber besonders überzeugende Mobilitätsalternativen im Umweltverbund, um politisch umsetzbar und gesellschaftlich akzeptiert zu werden (vgl. erfolgreiche Einführung der City Maut in Stockholm; 2. Fachartikel). Nachzüglerstädte können von den Erfahrungen von Vorreiterstädten lernen, weshalb Austauschformate und Lernprozesse zwischen Städten von den übergeordneten politischen Ebenen gefördert und von den Städten proaktiv umgesetzt werden sollten.

6.3 Komplex und dynamisch: Die Mobilitätswende als sozio-technischen Transformationsprozess verstehen und Gelegenheitsfenster ko-produktiv nutzen

Die Dissertation zeigt, dass es sich bei der Mobilitätswende um einen komplexen, sozio-technische Transformationsprozess handelt, der nicht-lineare, ko-evolutionäre und sich wechselseitig beeinflussende Systemdynamiken beinhaltet – sowohl zwischen den verschiedenen Verkehrsregimen (Auto, ÖPNV, Rad, Fuß, Carsharing), als auch zwischen den sozio-technischen Strukturierungsgraden der Nischen-, Regime- und Landschaftsebene aus einer Multi-Level-Perspektive (Geels 2002 & 2012) (4. Fachartikel). Die Transitionsforschung spricht bei solchen komplexen Entwicklungen von rekonfigurativen Transformationspfaden, bei denen multiple Regime- und Transformationsdynamiken vorliegen und bei denen Systemveränderungen oder -ergänzungen (add-ons) prozedurale „Anstups“- (knock on-)Effekte auslösen können (Geels 2018; 4. Fachartikel). Die Einnahme einer Prozessperspektive kann dabei helfen, besser zu verstehen, dass es sich bei der Mobilitätswende um einen längerfristigen Prozess handelt, bei dem technische und soziale Entwicklungen aufeinander aufbauen und sich gegenseitig beeinflussen.

Im Verständnis einer Dualität aus Struktur und Handlung beeinflussen gesellschaftspolitische Strukturen den Handlungsraum von Akteuren, während Akteure wiederum die sie umgebenden Strukturen verändern (Giddens 1984). Vor diesem Hintergrund sollten Akteure, die die Verkehrswende voranbringen, ein gutes Gespür und Verständnis für die sie umgebenden strukturellen Bedingungen haben, um innerhalb komplexer Dynamiken Gelegenheitsfenster zu erkennen und angemessen darauf zu reagieren – oder um Gelegenheitsfenster selber aktiv herbeizuführen. Die Transformationsforschung spricht hierbei von der „Transformative Literacy“, also der „Fähigkeit, Informationen über gesellschaftliche Veränderungsprozesse zu verstehen und eigenes Handeln in diese Prozesse einzubringen“ (Schneidewind 2013, S. 82). Die Wissenschaft sollte geeignete wissenschaftliche Analyseinstrumente und Erkenntnisse bereitstellen, um komplexe Wendedynamiken besser zu verstehen und damit geeignete Handlungsansätze abgeleitet werden können – auch im Rahmen transdisziplinärer und realexperimenteller Forschungsansätze (Wanner et al. 2024).

Vor dem Hintergrund des Prozesscharakters der Verkehrswende sollten sich (Nachzügler-) Städte umgehend auf einen Pfad in Richtung Mobilitätswende begeben, um einen Anfang zu setzen für weitere, darauf aufbauende Entwicklungen, die Zeit brauchen. Die Fallstudienstädte haben die Relevanz ko-produktiver Ansätze gezeigt, um strategische Zielrichtungen im gemeinsamen Diskurs und im Dialog auf Augenhöhe zu entwickeln, unterschiedliche Akteurspositionen kennenzulernen und gegenseitiges Vertrauen bzw. soziales Kapital aufzubauen (Putnam et al. 1993; Putman 1995). Dialog, Partizipation und Ko-Produktion sollten daher von Anfang an als wesentliche Elemente für das Voranbringen der Mobilitätswende genutzt werden. Gleichzeitig sollte den beteiligten Akteuren klar sein, dass sich gerade bei komplexen Nachhaltigkeitsfragen nicht alle Zielkonflikte auflösen lassen – und es die demokratischen gewählten Volksvertreter*innen sind, die das Mandat und die Verpflichtung dazu haben, mutige Entscheidungen im Sinne von Klimaschutz, Nachhaltigkeit und Gemeinwohl zu treffen (vgl. General-Anzeiger 2022) – unter partizipativer Einbindung der Stadtgesellschaft (INFRAS et al. 2014).

Städte, die auf ihrem Transformationsprozess schon weiter sind und nachhaltigkeitsorientierte technische und mentale (Infra-)Strukturen aufgebaut haben, sollten weiterführende Mobilitätssinnovationen auf den Weg bringen und darin von den übergeordneten politischen Ebenen unterstützt werden. So arbeiten beispielsweise die Städte Freiburg und Karlsruhe, die als Vorreiterstädte für nachhaltige städtische Personenmobilität angesehen werden können (vgl. 4. Fachartikel), in Kooperation mit dem Land Baden-Württemberg als Modellkommunen an der

Entwicklung eines innovativen Mobilitätspasses als ÖPNV-Finanzierungsinstrument (Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg 2023). Nachzüglerstädte können von diesen Erfahrungen und Pionierarbeiten lernen und zu gegebener Zeit anknüpfen.

6.4 Experimentierfreudigkeit unterstützen: Städtische Innovationen aufnehmen und Städte zu weiteren Innovationen befähigen

Städte verfügen bereits heute im Rahmen des kommunalen Selbstverwaltungsrechts über vielfältige Möglichkeiten zum Voranbringen der Mobilitätswende in ihrer Stadt und sollten diese entschlossen und in ko-produktiven Ansätzen nutzen, insbesondere wenn sich begünstigende Gelegenheitsfenster öffnen. Die Fallstudienstädte haben gezeigt, dass von städtischer Experimentierfreudigkeit wesentliche Impulse für die Mobilitätswende ausgehen. Einige der städtischen Impulse wurden etwa zur Grundlage von Gesetzesänderungen in der Straßenverkehrsordnung (vgl. insbesondere Bremen, 4. Fachartikel). Die Entwicklung städtischer Innovationen sollte von übergeordneten politischen Ebenen gefördert werden und Impulse aus Städten sollten für die Weiterentwicklung von Gesetzesgrundlagen, Strategien und Maßnahmen auf übergeordneten politischen Ebenen aufgenommen werden.

An einigen wichtigen Stellen können Städte und Kommunen noch nicht oder nur eingeschränkt eigenständig handeln, da übergeordnete Gesetze den Handlungsspielraum der Kommunen beschränken oder Gesetzesgrundlagen fehlen, z.B. zur Umsetzung von Instrumenten zur Drittnutzerfinanzierung der kommunalen Verkehrswende wie die Einführung eines umlagefinanzierten Bürger*innentickets oder einer City-Maut. Es sollten daher zügig die Rechtsgrundlagen so geschaffen werden, dass insbesondere deutsche Vorreiterstädte auf der Basis ihrer bisherigen Entwicklungen weiter vorangehen können, um Umsetzungsmöglichkeiten auszuloten, experimentell zu erproben und Wissensgrundlagen für die Weiterentwicklung von Maßnahmen und für Nachzüglerstädte zu generieren. Städte sollten nicht daran gehindert werden, städtische Mobilität eigenständig im Sinne von Klima-, Umwelt- und Gesundheitsschutz zu gestalten.

Hinsichtlich der zum Teil sehr ambitionierten Klimaschutzziele einiger Städte (z.B. Stadt Tübingen (2019): Klimaneutral bis 2030; Stadt Karlsruhe (2021, S. 4): 18% MIV-Anteil bis 2035) werden in absehbarer, kurzer Zeit weiterführende politische Instrumente benötigt werden, damit die Städte ihre selbstgesetzten Klimaschutzziele auch im Verkehrsbereich durch bedeutend weniger Autoverkehr in der Stadt erreichen können und für die Städte ggf. durch gesetzliche Grundlagen ermächtigt werden müssen. Solange diese weiterführenden Wege noch nicht offen stehen, sollten Städte die bereits heute bestehenden Möglichkeiten zur Gestaltung der kommunalen Mobilitätswende umfassend und ambitioniert nutzen (z.B. Ausbau und Verbesserung des Fuß- und Radwegenetzes, Umverteilung von Straßenraum).

6.5 Und jetzt alle: Mitmischen, diskutieren, streiten, voneinander lernen und die Demokratie stärken

Es ist keinesfalls sicher, dass eine Mobilitätswende in Städten mit deutlich weniger Autoverkehr als heute stattfinden und gelingen wird. Starke Pfadabhängigkeiten, der politökonomische Komplex (Rammer 2017), Machtstrukturen, gesellschaftliche Präferenzen sowie hohe Abhängigkeiten von der Autonutzung wirken dem entgegen. Gleichzeitig führen die erforderlichen Reduktionen der Treibhausgasemissionen dazu, dass Klimaschutzmaßnahmen immer stärker in den Alltag der Menschen eingreifen, wie beispielsweise bei der Novelle des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) zum Umstieg auf erneuerbare Energieträger beim Einbau neuer Heizungen ab

dem 01.01.2024 oder vermehrten Verkehrsexperimenten zur Zurückdrängung des MIVs in Städten (Aichinger & Markus 2022). Transformationserfordernisse im Leben eines jeden Einzelnen werden dadurch konkret spürbar. Auch die Mobilitätswende wird den Menschen tiefgreifende Veränderungen abverlangen. Die Transformationserfordernisse können zu einem Gefühl der Verunsicherung führen und Angst vor einem ökonomischen und sozialen Abstieg mit sich bringen („Modernisierungsverlierer*innen“; Humpert et al. 2021, S. 16). Rechtspopulistische und rechtsextreme Parteien profitieren von diesen Verunsicherungen und erhalten Zulauf aufgrund ihrer vermeintlich einfachen und meist klimawandelleugnenden oder -verharmlosenden Erklärungen und die Gesellschaft spaltenden Unterscheidungen in „gut“ und „böse“ (ebd.) bzw. „richtig“ und „falsch“.

Klimaschutz und die Mobilitätswende bieten jedoch keine einfachen Antworten, sondern benötigen einen beständigen Austausch von Argumenten und unterschiedlichen Positionen und damit Diskurs, Streit und gemeinsame Lernprozesse – vor dem Hintergrund der erforderlichen Transformationen zum schnellen Erreichen von Klimaneutralität. Das kann nicht über eine ausschließliche top-down-Governance erfolgen, sondern erfordert eine breite und reflexive Beteiligung, um Verständnis und Akzeptanz zu schaffen für die Gestaltung tiefgreifender Transformationspfade. Der WBGU unterstreicht, dass es für das Gelingen der großen Transformation einen starken Staat brauche, der für das Finden der besten Lösungen erweiterte Partizipationsmöglichkeiten bereitzustellen habe – für ein „Mehr“ an bürgerschaftlichem Engagement (WBGU 2011, S. 216). In allen drei Fallstudienstädten (4. Fachartikel) wurde als relevanter Erfolgsfaktor für städtische Entwicklungen die lange Tradition und das Selbstverständnis der Städte als aktive Bürgerstädte hervorgehoben, also der Wille der Bürgerinnen und Bürger, das Gemeinwohl ihrer Stadt aktiv und gemeinschaftlich voranzubringen.

Diese fünfte Handlungsempfehlung empfiehlt, dass sich die Menschen wieder verstärkt als verantwortliche Bürgerinnen und Bürger („Citoyen“⁸⁹) verstehen und an der gemeinwohlorientierten Gestaltung ihrer Städte beteiligen sollten – in ko-produktiven Ansätzen in den von ihnen gestaltbaren Bereichen wie Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft, auch im Verkehrsbereich. Hierfür sollten Politik und Verwaltung Beteiligungsformate auf Augenhöhe bereitstellen. Bürgerinnen und Bürger sollten entsprechend der Forderung Leggewie’s „raus aus der Komfortzone“ (Leggewie nach Rabhansl 2019) und sich aktiv beteiligen – für die klimaverträgliche und nachhaltige Gestaltung ihrer Städte und um sich einzusetzen gegen Rechtsextremismus und für die Demokratie. Die seit Januar 2024 in vielen deutschen Städten stattfindenden Demonstrationen für Demokratie und die verschiedenen „for future“-Bewegungen (z.B. Fridays for Future, Scientists for Future, Parents for Future) sind dafür positive Signale – und sollten dadurch ergänzt werden, dass die Bürgerinnen und Bürger auch darüber hinausgehend „runter vom Sofa“ kommen (Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier nach Seibert 2024) und „sich aktiv für die Gemeinschaft einsetzen“ (ebd.) – wofür gerade die kommunale Ebene vielfältige Ansatzpunkte für Selbstwirksamkeitserfahrungen bietet (Barysch 2015, S. 201; Ryan & Deci 2000).

⁸⁹ Citoyen (aus dem Französischen stammend): Aktiv und eigenverantwortlich am politischen Leben teilnehmende*r, politisch aufgeklärte*r Bürger*in (Wach 2018).

7 Fazit: Grundlegender Wandel ist möglich

7.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

„Die größte Chance auf eine positive Klimazukunft liegt demnach in der Handlungsmacht der Gesellschaft“ (Engels et al. 2023, S. 2)

Die publikationsbasierte Dissertation verfolgt das Ziel, ein profundes „big picture“-Verständnis über die Relevanz der Strategie der Verkehrsverlagerung für Klimaschutz und Nachhaltigkeit in Städten zu erhalten. Dafür analysiert die Dissertation entlang dieses Rahmentexts sowie in drei in internationalen Fachzeitschriften veröffentlichten referierten Fachartikeln und einem bei einer internationalen Fachzeitschrift eingereichten, im Review-Prozess befindlichen Fachartikel (Stand Juli 2024), „warum“ die Strategie der Verkehrsverlagerung zentral ist (Rahmentext und 1. Fachartikel), „wie viel“ Verkehrsverlagerung angestrebt werden sollte (Rahmentext, 1. und 3. Fachartikel), „womit“ die Ziele erreicht werden können (2. und 3. Fachartikel) und „wie“ eine ambitionierte Verlagerungspolitik vorangebracht werden kann hinsichtlich der Erfahrungen aus den drei deutschen Vorreiterstädten Bremen, Karlsruhe und Leipzig (4. Fachartikel). Mit den Fragestellungen soll System-, Ziel- und Transformationswissen bereitgestellt werden – also Wissensarten, die als zentral angesehen werden für das Verständnis, das Voranbringen („Navigieren“) und das Beschleunigen tiefgreifender gesellschaftlicher Transformationsprozesse zur Nachhaltigkeit. Durch einen inter- und transdisziplinären Forschungsansatz mit verschiedenen Triangulationsansätzen soll wissenschaftlich robustes und gesellschaftlich relevantes Wissen zur Bedeutung der Strategie der Verkehrsverlagerung bereitgestellt werden.

„Warum“ ist Verkehrsverlagerung wichtig?

Die Ergebnisse der publikationsbasierten Dissertation zeigen, dass die Strategie der Verkehrsverlagerung einen zentralen Ansatz zur klimaverträglichen und nachhaltigkeitsorientierten Gestaltung des Stadtverkehrs darstellt – insbesondere, um im Vergleich zur sich nur langsam vollziehenden Antriebswende die übermäßigen und seit 1990 nur geringfügig reduzierten Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor möglichst schnell zu reduzieren, den Bedarf an nur begrenzt verfügbaren erneuerbaren Energien möglichst gering zu halten, Ressourcen zu schonen und bis spätestens zum gesetzlich vorgeschriebenen Jahr 2045 auch im Verkehrssektor Treibhausgasneutralität zu erreichen. Darüber hinaus ist Verkehrsverlagerung ein zentraler Ansatz, um die Umwelt- und Lebensqualität in der Stadt zu verbessern und einen Beitrag für mehr soziale Gerechtigkeit zu schaffen, z.B. durch weniger im Straßenverkehr getöteter und verunglückter Menschen, weniger gesundheitsschädigendem Lärm und gesundheitsschädigenden Luftschadstoffen, insbesondere für ökonomisch schlechter gestellte Menschen, die entlang von Hauptverkehrsstraßen wohnen, und durch bessere Mobilitätschancen für alle – auch für Personen ohne eigenem Pkw-Besitz.

„Wie viel“ Verkehrsverlagerung sollte angestrebt werden?

Die Dissertation zeigt, dass aus Gründen des Klimaschutzes und der Nachhaltigkeit ambitionierte Ziele zur Verkehrsverlagerung gesetzt werden sollten. Für die im Jahr 2016 erstmals politisch verabschiedete NRW-Nachhaltigkeitsstrategie stellt die Dissertation einen ambitionierten, gut kommunizierbaren Zielwertvorschlag eines wegebasierten „4 x 25%-Modal Splits“ für das Jahr 2030 für Nordrhein-Westfalen dar (1. Fachartikel), d.h. einen Zielwert, bei dem ein Viertel der Wege zu Fuß, ein Viertel mit dem Rad, ein Viertel mit dem ÖPNV und nur noch ein Viertel im motorisierten Individualverkehr (MIV) zurückgelegt werden. Der Zielwertvorschlag

kann als sehr ambitioniert angesehen werden, da er in Bezug auf den Ausgangswert eine kurzfristige Halbierung der in NRW im MIV zurückgelegten Wege impliziert, während bislang noch keine Verringerung im MIV-Wegeanteil zu verzeichnen ist.⁹⁰

Die Analyse der bisherigen Entwicklungen in deutschen und europäischen Vorreiterstädten und der dort zum Teil bestehenden Zielsetzungen zur Reduzierung des städtischen MIV-Wegeanteils zeigt, dass die Verringerung des MIV-Anteils am Wege-Modal Split in Großstädten ab 100.000 Einwohner*innen um durchschnittlich ein bis zwei Prozentpunkte pro Jahr als ambitioniert, aber prinzipiell realisierbar angesehen werden kann (3. Fachartikel). Das Setzen einer konkreten Zielgröße kann Städte wie ein Kompass dabei unterstützen, die große Transformationsaufgabe in kleine, machbare Zwischenschritte zu unterteilen, um Entwicklungen Stück für Stück voranzubringen.

Die Dissertation zeigt, dass der wegebasierte Modal Split einen etablierten und von vielen Städten verwendeten Indikator zur Messung von Politikerfolgen zur Verkehrsverlagerung darstellt, der als praktikabler Proxy-Indikator für einen näherungsweisen Check der Nachhaltigkeit im städtischen Personenverkehr verwendet wird (alle vier Fachartikel). Um Umweltwirkungen nicht nur relativ (Wege), sondern auch absolut (Distanzen) zu messen, sollte der aufkommensbezogene Modal Split um einen aufwandsbezogenen Modal Split ergänzt werden, sowie um die Messung weiterer, verkehrsbezogener Nachhaltigkeitsindikatoren (z.B. Luftschadstoffe, Lärm, Unfälle, Flächenverbrauch, Landschaftszerschneidung, Mobilitätsarmut). Einen geeigneten strategischen Rahmen zur Datenerfassung von ökologischen, sozialen und ökonomischen Indikatoren bieten Nachhaltigkeitsstrategien (1. Fachartikel), die städtische Entwicklungen entlang SMARTer Zielsetzungen und ggf. entlang der 17 Nachhaltigkeitsziele der UN (Sustainable Development Goals, SDGs) transparent dokumentieren und kontinuierlich messen. Auf dieser Basis sollten die Co-Benefits, die durch Verkehrsverlagerung zur Verbesserung der Lebensqualität in der Stadt erreicht werden, transparent dargelegt und pro-aktiv kommuniziert werden, um Akzeptanz für Maßnahmen zu schaffen und die Gewinne für mehr Lebensqualität in der Stadt anhand konkreter Daten aufzuzeigen.

„Womit“ schaffen wir Verkehrsverlagerung?

Die Analyse der verkehrlichen Entwicklungen in den europäischen „Umwelthauptstädten“ von 2010 bis 2020 (2. Fachartikel) und gute Beispiele aus europäischen Großstädten (3. Fachartikel) zeigen, dass es bereits heute zahlreiche gute Beispiele für ambitionierte Push- und Pull-Maßnahmen gibt, die von Städten erfolgreich umgesetzt werden. Die Beispiele belegen, dass „die Zukunft [einer ambitionierten Verkehrsverlagerungspolitik; Ergänzung der Autorin] schon da ist, nur ungleich verteilt“ (William Gibson zugeschriebenes Zitat)⁹¹ – bzw., dass es viel mehr solcher guten Beispiele an viel mehr Orten braucht, um die Verkehrswende voranzubringen. Die guten Beispiele verdeutlichen wie eine „konkrete Utopie“ (d.h. keine unrealisierbare Utopie, sondern eine reale Möglichkeit, Bloch 1985), dass eine deutlich nachhaltigere Organisation des Stadtverkehrs mit viel weniger Autoverkehr möglich und erstrebenswert ist. Die dargestellten Beispiele zeigen, dass einige Städte bereits seit vielen Jahren konsequent an der Reduzierung der mit dem MIV zurückgelegten Wege arbeiten und zum Teil bereits beachtliche Erfolge aufweisen können (z.B. Stadt Karlsruhe, Stadt Wien, Stadt Zürich). Die Städte konkretisieren, wie in einem kontinuierlichen, über mehrere Jahre bis Jahrzehnte anzugehenden

⁹⁰ Stand: Daten der repräsentativen, deutschlandweiten Studie „Mobilität in Deutschland 2017“. Die Daten der aktualisierten Studie aus dem Jahr 2023 („Mobilität in Deutschland 2023“) liegen aktuell noch nicht vor (Stand 5/2024).

⁹¹ vgl. Zeit Magazin 2017

Transformationsprozess wesentliche Beiträge für Klimaschutz im Stadtverkehr und für eine nachhaltigkeitsorientierte Stadtentwicklung geleistet werden können. Die vielfältigen guten Beispiele aus realen Städten sollten von anderen Städten als inspirierende und lehrreiche Referenzpunkte genutzt werden. Ansätze, die für ihre lokalen Rahmenbedingungen geeignet sind, sollten übernommen werden – getreu dem Motto der Europäischen Umwelthauptstadt Vitoria-Gasteiz aus dem Jahr 2012: „Imitate to innovate“ (Payne 2015).

Die in einem Projektkonsortium entwickelten Verkehrsszenarien für das Ruhrgebiet sowie deren Abgleich mit realen Entwicklungen in deutschen und europäischen Vorreiterstädten zeigen, dass relevante Beiträge zur Verkehrsverlagerung und CO₂-Reduktion erzielt werden können, wenn mehrere ambitionierte Push- und Pull-Maßnahmen integriert umgesetzt werden (3. Fachartikel). Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung können deutlich schneller wirken als langfristig anzugehende siedlungsstrukturelle Maßnahmen für eine Stadt bzw. Region der kurzen Wege oder Maßnahmen zu technischen Fahrzeugverbesserungen: So dauert es bis zur EU-Entscheidung des „Verbrenner-Aus“ noch über 10 Jahre bis 2035, ein Fahrzeug wird in Deutschland im Durchschnitt 18 Jahre (weiter-)gefahren (WirtschaftsWoche 2014, S. 11 nach Statista 2024) und es ist nicht sicher, ob die Entscheidung des „Verbrenner-Aus“ auch bei veränderten politischen Mehrheiten bestehen bleiben wird (Schönfeld & Harloff 2024). Restriktive Push-Maßnahmen gegen den Autoverkehr können besonders hohe Verlagerungen und Reduktionen der Treibhausgasemissionen im Verkehr bewirken und sollten – im Gegensatz zur heute noch sehr geringen politischen Adressierung – deutlich verstärkt umgesetzt werden. Damit diese gesellschaftlich akzeptiert und politisch umsetzbar sind, ist die kombinierte Umsetzung von Push-Maßnahmen zusammen mit umfangreichen Pull-Maßnahmen erforderlich, die die Mobilitätsmöglichkeiten im Umweltverbund erweitern und verbessern.

„Wie“ kann Verkehrsverlagerung in Städten erreicht werden?

In drei vergleichenden Fallstudien analysiert die Dissertation, „wie“ (Dynamik) und „warum“ (Erfolgsmechanismen) die drei deutschen Städte Bremen, Karlsruhe und Leipzig es geschafft haben, ambitionierte Ansätze zur Verkehrsverlagerung umzusetzen und was andere Städte von ihnen lernen können (4. Fachartikel). Die Analyse zeigt, dass die städtische Mobilitätswende als komplexer und dynamischer Transformationsprozess analysiert und verstanden werden sollte, bei dem sich Technik und Gesellschaft ko-evolutionär entwickeln, frühere Entwicklungen spätere Handlungsräume beeinflussen und Akteurshandlungen wesentliche Beiträge zur Pfadkreation in Richtung nachhaltige Verkehrsgestaltung leisten können. Dabei beeinflussen „knock-on“- (Anstups-)Effekte und ko-evolutionäre Entwicklungen im technischen und sozialen Bereich die Entwicklung von Transformationspfaden. Die Studienergebnisse deuten an, dass solche prozeduralen Entwicklungen auch zu einer Beschleunigung von Transformationspfaden beitragen können – insbesondere dann, wenn Entwicklungen auf überzeugende Mobilitätsoptionen im Umweltverbund als Alternative zum Pkw aufbauen können (z.B. Karlsruher Straßen- und Stadtbahnsystem). Wesentliche Impulse zur Pfadkreation gehen dabei sowohl von engagierten Einzelakteuren als auch von Akteurskoalitionen aus, die aus unterschiedlichen gesellschaftlichen Bereichen kommen können, insbesondere der Politik, Verwaltung und Zivilgesellschaft. Veränderungen konnten vor allem dann erfolgreich vorangebracht werden, wenn strukturelle Gelegenheitsfenster für partizipative und ko-produktive Politikprozesse genutzt wurden. Unterstützend wirkte es zudem, wenn im städtische Diskurs zu Transformationserfordernissen unabhängige wissenschaftlich oder gutachterlich fundierte Analysen genutzt und eingebracht wurden (z.B. Entwicklung des Verkehrsentwicklungsplans in Bremen; Szenarienentwicklung in Leipzig, vgl. 4. Fachartikel). Der 4. Fachartikel zeigt, dass Transformationspfade eigendynamische und selbstverstärkende Dynamiken entfalten können, wenn sich substanzielle Verbesserungen der

Verkehrsträger des Umweltverbunds gegenseitig verstärken, z.B. die Entwicklung Karlsruhes zur „Carsharing Hauptstadt Deutschlands“ aufgrund eines zuvor gut ausgebauten ÖPNV- und Radverkehrssystems. Auf dieser Basis hat die Stadt Karlsruhe erst kürzlich ein besonders ambitioniertes Ziel zur Reduzierung des städtischen MIV-Wegeanteils politisch beschlossen: Die Reduktion des städtischen MIV-Wegeanteils bis zum Jahr 2035 von 33% in 2018 auf 18% in 2035 (Stadt Karlsruhe 2021, S. 4).

7.2 Diskussion des Forschungsbeitrags

Diese Dissertation leistet sowohl inhaltlich als auch methodisch einen Beitrag zur Erweiterung des wissenschaftlichen Kenntnisstands zur Verkehrswende. Inhaltlich trägt diese Dissertation zu einem besseren „big picture“-Verständnis zur Rolle der Verkehrsverlagerung für Klimaschutz, Nachhaltigkeit und soziale Gerechtigkeit im städtischen Personenverkehr bei. Bislang analysieren nur einzelne wissenschaftliche Studien das Verkehrssystem und die Transformationsanforderungen aus einer explizit ambitionierten Verlagerungsperspektive. Die Dissertation leistet zum Füllen dieser Forschungslücke einen Beitrag und analysiert die Rolle der Verkehrsverlagerung aus einer konsequent ambitionierten Perspektive, die die Anforderungen für einen schnellen und umfassenden Klimaschutz und die nachhaltige Gestaltung der Städte in den Vordergrund stellt. Diese konsequent ambitionierte Perspektive wird auf mehrere Themenfelder angewendet: die anwendungsorientierte Entwicklung ambitionierter Zielvorschläge zur Verkehrsverlagerung (4x25% Modal Split-Vorschlag der Wege; Reduktion des MIV-Wegeanteils um ein bis zwei Prozentpunkte pro Jahr) durch empirische Herleitung bzw. die Analyse ihrer Realisierbarkeit durch Berücksichtigung realweltlicher Entwicklungen (1. und 3. Fachartikel), die Darstellung ambitionierter und bereits erfolgreich umgesetzter Maßnahmen in deutschen und europäischen Vorreiterstädten (2. und 3. Fachartikel), die szenarienbasierte Analyse der Verlagerungs- und CO₂-Reduktionspotenziale bei der integrierten Umsetzung mehrerer ambitionierter Push- und Pull-Maßnahmen in einer Region (3. Fachartikel) und die Analyse der Transformationspfade von drei deutschen Vorreiterstädten im Bereich der Verkehrsverlagerung (4. Fachartikel). Zusammengefasst tragen die Forschungsergebnisse dazu bei, wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse darüber zu erhalten, in welcher Richtung, Größenordnung und Geschwindigkeit die Strategie der Verkehrsverlagerung aus Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsgründen verfolgt werden sollte und verfolgt werden kann. Neben der konsequent ambitionierten Ausrichtung stellt auch die konsequente Berücksichtigung realweltlicher Bezugsbeispiele einen Beitrag zur Erweiterung des wissenschaftlichen Kenntnisstands dar, da mit den realweltlichen Bezügen die Plausibilität der Forschungsergebnisse hinsichtlich real möglicher Gesellschaftsveränderungen geprüft und gestützt wird.

Methodisch trägt diese Dissertation insbesondere im Rahmen des vierten Fachartikels dazu bei, konzeptionelle Ansätze der Transitionsforschung weiterzuentwickeln und das Konzept rekonfigurativer Transformationspfade, d.h. komplexer gradueller Systemrekonfigurationen mit multiplen Regime- und Transformationsdynamiken, im Rahmen vergleichender Fallstudien anzuwenden, was bislang für die Strategie der Verkehrsverlagerung im städtischen Personenverkehr kaum erforscht wurde (Geels 2018). Die von Geels entwickelte Multi-Level-Perspektive (vgl. Geels 2002 & 2012) wird konzeptionell und in ihrer Darstellung dahingehend weiterentwickelt, dass anstelle von *einem* Regime *mehrere* Mobilitätsregime (Pkw, ÖPNV, Rad, Fuß, Carsharing) abgebildet und hinsichtlich ihrer Wechselwirkungen in der Analyse berücksichtigt werden (vgl. Abbildung 5-2). Der Fokus wird im 4. Fachartikel auf diejenigen Phasen der Transformationspfade gelegt, in denen entsprechend der Wahrnehmung der befragten Akteure wesentliche Veränderungen hin zu mehr Nachhaltigkeit in der Personenmobilität der Fallstudienstädte

stattgefunden haben. Dafür wurde das Konzept der „Branching Points“, die die Rolle von Akteurshandlungen und -entscheidungen für die Entwicklungen von Transformationspfaden hervorheben (Foxon et al. 2013) zu „Branching Phases“/ „Abzweigungsphasen“ weiterentwickelt (Abbildung 5-3), da davon ausgegangen wird, dass transformative Entwicklungen zwar auf punktuellen Entscheidungen basieren können, diese aber auf vorhergehende Entwicklungen aufbauen und ihre Wirkungen über längere Zeiträume entfalten können (Müller 2024, S. 6). Darüber hinaus wird die Landschaftsebene differenzierter betrachtet und für die Analyse der Fallstudienstädte in eine außerstädtische („extra-urban“) und eine städtische („urban“) Landschaftsebene differenziert, um dadurch einen expliziten Fokus auf das Konzept „städtischer Eigenlogiken“ (Löw 2008 & Zimmermann 2008) zu legen, d.h. die ortsspezifischen, historisch verankerten Charakteristika der Fallstudienstädte. Durch diese differenzierte Betrachtung konnte dargestellt werden, welchen Einfluss ortsspezifische Charakteristika, die das Selbstverständnis der in einer Stadt lebenden Menschen prägen, auf städtische Transformationspfade haben.

Die städtischen Transformationspfade wurden unter Nutzung von Farben und Symbolen in einer neuartigen, differenzierten Form dargestellt. Diese Darstellungsform, in der wesentliche Entwicklung sowohl auf systemischer Ebene (Landschafts- und Regimeentwicklungen) als auch auf Akteursebene (Nischenentwicklungen) dargestellt wurden, ermöglicht es, sowohl Struktur-Handlungs-Dualitäten (Giddens 1984) als auch prozessuale Entwicklungen im Zeitverlauf darzustellen, besser zu verstehen und die Entwicklungspfade zwischen den Fallstudienstädten vergleichbar zu machen. Die entwickelte und angewandte Methodik ermöglicht die Analyse städtischer Transformationspfade sowohl in einer herausgezoomten Perspektive (Gesamtpfad) als auch in einer hereingezoomten Perspektive (Erfolgsfaktoren für einzelne Abzweigungsphasen) (Abbildungen Anhang 8.7). Die qualitativ bewerteten Transformationsdynamiken der identifizierten „Abzweigungsphasen“ wurden auf einer Zeitachse abgebildet, wodurch die Transformationsdynamiken der Fallstudienstädte in einer abstrahierten Form dargestellt und miteinander vergleichbar gemacht wurden – was eine neuartige Darstellungsform urbaner Transformationsdynamiken im Bereich der Verkehrsverlagerung darstellt (Abbildung 5-4).

7.3 Limitationen und weiterer Forschungsbedarf

Dieser Abschnitt führt eine kritische Reflexion des Forschungsbeitrags der Dissertation durch und formuliert weiteren Forschungsbedarf.

„Körnungsgrad“ des Forschungsbeitrags

Diese Dissertation analysiert die Rolle der Verkehrsverlagerung insbesondere aus einer übergeordneten, strategischen „big picture“-Perspektive, die längere vergangene Zeiträume betrachtet und künftige Zeiträume perspektivisch durch Zielvorschläge adressiert: Welche Entwicklungen zeichnen sich in Städten ab, die schon länger an einer nachhaltigkeitsorientierten Stadtentwicklung arbeiten? Welche Potenziale können über einen längeren Zeitraum erschlossen werden? Welche Ziele sollten Städte in einem kurz- bis mittelfristigen Zeitraum plausibel erreichen? Aus dieser „grobkörnigeren“ Perspektive entwickelt die Dissertation strategisches und empirisch begründetes Orientierungswissen zur Richtung, Größenordnungen und Geschwindigkeiten für künftig erforderliche und prinzipiell mögliche Verlagerungsprozesse. Die Dissertation arbeitet dabei notwendigerweise mit Vereinfachungen, heuristischen Verkürzungen und interpretativen Ansätzen. So bauen die wegebasierten Modal Split Zielvorschläge auf strategischen Größenordnungen auf (kurzfristige Halbierung des Pkw-Verkehrs) sowie einer einfachen Kommunizierbarkeit („Vier Viertel Modal Split“), insbesondere für die politisch-planerische Praxis (1. und 3. Fachartikel). Die Ergebnisse der szenarienbasierten

Potenzialabschätzungen (3. Fachartikel) hängen zum Teil direkt von Annahmen ab, die die Forschenden (sachlich begründet) in die Modellberechnungen eingegeben haben und werden nicht vom Modell generiert. Und bei der Darstellung der Transformationspfade der Städte Bremen, Karlsruhe und Leipzig (4. Fachartikel) erfolgt eine Fokussierung auf die Phasen, die von den befragten Akteuren als wesentliche Wendephase wahrgenommen werden. Die Identifizierung dieser Phasen impliziert Prozesse der Selektion, Gewichtung und Interpretation – sowohl auf Seiten der interviewten Personen als auch auf Seiten der Forscherin bei der Auswertung und Darstellung der Ergebnisse. Zudem erfolgt eine Fokussierung auf Phasen, in denen wesentlicher *positiver* Wandel in Richtung Nachhaltigkeit stattgefunden hat, während kleinteiligere Entwicklungen und Entwicklungen in Richtung Nicht-Nachhaltigkeit weitestgehend unberücksichtigt blieben. Darüber hinaus führt der inter- und transdisziplinäre Charakter der Forschung dazu, dass die Forschungsergebnisse einen eher breiten als detaillierten Erkenntnisgewinn mit sich bringen, also eher strukturelle Zusammenhänge und Größenordnungen aufzeigen als analytische Feinheiten. Durch den Abgleich der Ergebnisse mit Entwicklungen in der realen Welt kann dennoch angenommen werden, dass plausible Ergebnisse entstanden sind. Ein wissenschaftlicher Mehrwert ist entstanden, indem Orientierungswissen für hochkomplexe sozio-technische Entwicklungen entwickelt wurde, das insbesondere von der politisch-planerischen Praxis, aber auch z.B. von zivilgesellschaftlichen Initiativen und den Medien genutzt werden kann.

Neben diesem breiteren wissenschaftlichen Orientierungsbild sollte weiterführende Forschung auch näher dran sein an den sich aktuell dynamisch entwickelnden Transformationsprozessen. Einige Städte zeigen beispielsweise ganz neue, ambitionierte Entwicklungen (z.B. Barcelona, Hannover, Paris). Auch dort verlaufen Transformationsprozesse nicht unidirektional in Richtung Nachhaltigkeit, sondern werden von multiplen Entwicklungen beeinflusst, die sowohl Fortschritt als auch Rückschritt beinhalten können und von einem kontinuierlichen Aushandlungsprozess divergierender Interessen gekennzeichnet sind. Die Transformationsforschung sollte neben Konzepten, die die Analyse langfristiger, retrospektiver Transformationsdynamiken unterstützen, auch verstärkt Konzepte zur strukturellen Analyse von genau jetzt stattfindenden Transformationsdynamiken entwickeln. Solche Konzepte können Akteure dabei unterstützen, aktuelle Transformationsdynamiken besser zu verstehen, Gelegenheitsfenster zu erkennen und angemessene Handlungsansätze zu entwickeln. Die Transformationsforschung spricht hierbei von der „Transformative Literacy“, also der „Fähigkeit, Informationen über gesellschaftliche Veränderungsprozesse zu verstehen und eigenes Handeln in diese Prozesse einzubringen“ (Schneidewind 2013, S. 82). Diese Fähigkeiten sollten durch wissenschaftliche Analysewerkzeuge weiter unterstützt und gestärkt werden.

Thematische Abdeckung

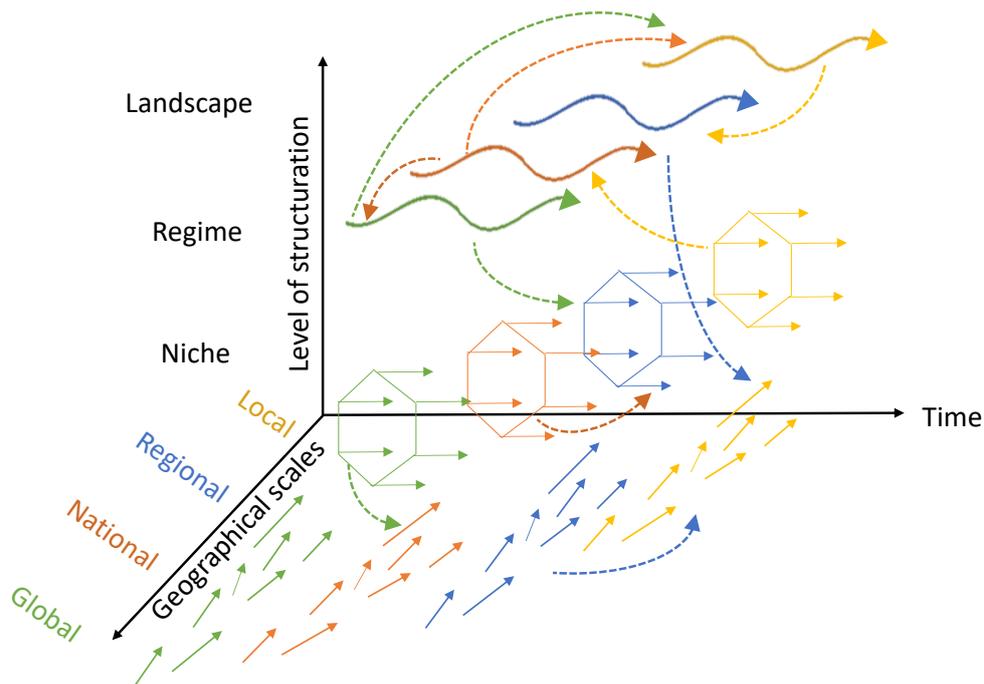
Diese Dissertation thematisiert ambitionierte Ansätze im städtischen Personenverkehr mit einem Fokus auf den wegebasierten Modal Split-Indikator. Während auf generelle Defizite dieses Proxy-Indikators bereits in Kapitel 3.2 eingegangen wurde, soll an dieser Stelle ergänzt werden, dass mit der hauptsächlichen Betrachtung der Verkehrsmittel Fuß, Rad, ÖPNV und MIV eine verkürzte Betrachtungsweise erfolgte: einerseits, weil nicht zwischen MIV-Fahrern und -Mitfahrern unterschieden wird, was einige Wissenschaftler*innen als relevante Unterscheidung zum Erkennen von Veränderungen der Verkehrsmittelnutzung hervorheben (Holz-Rau et al. 2018, S. 541). Andererseits, weil die sich aktuell entwickelnden Diversifizierungen im Verkehrsbereich nicht berücksichtigt werden, etwa hinsichtlich der zunehmenden Nutzung von Pedelecs, Lastenrädern, E-Scootern und Carsharing sowie der Integration verschiedener Mobilitätsdienstleistungen in einem Mobilitätsdienst (Mobility as a Service). Die verkürzte Darstellung

erfolgte zugunsten einer einfacheren Kommunizierbarkeit eines Modal-Split-Ziels. Für eine differenziertere Darstellung sollten weiterführende wissenschaftliche Studien durchgeführt und die sinnvolle Abbildbarkeit durch Indikatoren geprüft werden.

Auch wird mit dem städtischen Personenverkehr nur ein ausgewählter Teilbereich des Verkehrssektors betrachtet. Weitere Forschung sollte thematisch auch andere Verkehrsbereiche aus einer explizit ambitionierten Transformationsperspektive in den Blick nehmen – zu nennen sind hier insbesondere die Themen, die am vorliegenden Forschungsthema besonders nah dran sind, wie der urbane Wirtschaftsverkehr, die Personenmobilität im suburbanen Raum, die spezifische Bedeutung von Stadt-Umland-Pendelverkehren und Dynamiken und Handlungsmöglichkeiten von Nachzügler-Städten sowie kleinen und mittelgroßen Städten. Darüber hinaus sollten verstärkt politische Ansätze in den Blick genommen werden, die von einem besonders transformativen Charakter geprägt sind und das Thema „Exnovation“ adressieren, also die Beendigung nicht-nachhaltiger Praktiken des Autoverkehrs (Wetzchewald 2023a). Transformationsforscher nennen Ansätze zum „Phase out“ von Autoverkehr die „nächste Phase der Transformation“ (eigene Übersetzung nach Köhler et al. 2019, S. 21; vgl. auch Canzler & Radtke 2019).

Aus einer politisch-planerischen Perspektive fokussiert diese Dissertation die kommunale Verkehrspolitik und -planung und die ihnen zugänglichen Handlungsmöglichkeiten. Die Eingebundenheit in politische Mehrebenen-Verflechtungen wird an einzelnen Punkten berücksichtigt. Die Transformationsforschung weist in aktuellen Forschungsansätzen darauf hin, dass Städte hinsichtlich ihrer Entwicklung nicht ausschließlich in der Kategorie „Stadt“ analysiert werden sollten, sondern ihre Eingebundenheit in politische Mehrebenenendynamiken stärker berücksichtigt werden sollte (Binz et al. 2020; Miörner & Binz 2021). Wissenschaftler*innen sollten daher prüfen, durch welche Theorien und Methoden der Transformationsforschung politische Mehrebenenendynamiken besser analysieren können (Raven et al. 2012), etwa durch die Nutzung der Multi-Level-Perspektive (Geels 2002 & 2012). Mit der Dissertation wurde bereits ein erster Schritt in diese Richtung gegangen, indem die Landschaftsebene der Multi-Level-Perspektive in eine städtische und eine außerstädtische Landschaftsebene unterteilt wurde (Abbildung 5-2). Konzeptionell könnte dieses Analysemuster noch weiter ausdifferenziert werden, indem die politischen Ebenen (oder die verschiedenen Stadtsysteme) jeweils differenziert analysiert werden, unter der Annahme, dass Nische-, Regime und auch Landschaftsentwicklungen jeweils unterschiedlich ausgeprägt sind und es Wechselwirkungen zwischen den politischen Ebenen gibt. Die Nische-, Regime- und Landschaftsebene wäre bei einem solchen Ansatz jeweils separat für die unterschiedlichen politischen Ebenen darzustellen (vgl. Abbildung 7-1) und zu analysieren.

Die Ergänzung der Multi-Level-Perspektive um eine dritte Dimension könnte ein geeignetes heuristisches Analysekonzept für Multi-Level-und-Mehrebenen-Transformationsdynamiken darstellen, wie die folgende Abbildung zeigt. Diese skizzenartige Weiterentwicklung der Ergebnisse des 4. Fachartikels bedarf einer weiterführenden konzeptionellen Untermauerung und soll im Nachgang zur Dissertation für eine geeignete Fachzeitschrift aufbereitet und zur fachlichen Diskussion gestellt werden, etwa für das Journal „Environmental Innovation and Societal Transitions“ mit dem Arbeitstitel „Adding to the MLP: Three-dimensionality – to capture multi-scalar interdependencies“.



Gestrichelte Pfeile: Beispielhafte Mehrebenen-Wechselbeziehungen

Je geographischer/politischer Ebene wird zugunsten der Übersichtlichkeit nur ein System dargestellt, obwohl mehrere Systeme auf gleicher Ebene nebeneinander dargestellt werden könnten, z.B. 16 Bundesländer nebeneinander, die sich ebenfalls gegenseitig beeinflussen können.

Eigene Abbildung als konzeptionelle Weiterentwicklung des theoretischen Analysekonzepts des 4. Fachartikels, basierend auf Geels Multi-Level-Perspektive (vgl. Geels 2002 & 2012).

Abbildung 7-1: Zur fachlichen Diskussion zu stellende konzeptionelle Weiterentwicklung: Dreidimensionale Multi-Level- und Mehrebenen-Perspektive

7.4 Schlussgedanken

„What is now proved was once only imagined“ (William Blake)

Eine ernst gemeinte Verkehrswende als Beitrag zum Klimaschutz ist eine der großen, ethisch geleiteten Herausforderungen unserer Zeit, die unser bisheriges Wirtschaftssystem und unsere autoabhängige Lebensweise als nicht zukunftsfähig offenlegen. Damit die Menschheit diesen evolutionären Schritt für ein zivilisatorisches und zukunftsfähiges Zusammenleben auf dem Planeten Erde schafft, bedarf es ein hohes Maß an Aufklärung über komplexe und nicht augenscheinliche Zusammenhänge, eine vorsorgende Vernunft und eine gerechtigkeitsbewusste Verantwortung gegenüber der schon heute auf diesem Planeten lebenden Generationen sowie umso mehr für die kommenden, noch nicht geborenen Generationen nach uns, die Herausforderungen von heute unbekanntem Ausmaß zu bewältigen haben werden.

Die antiquierte Sicht auf das Auto als Symbol des Fortschritts und der Freiheit braucht das aufgeklärte Wissen darüber, dass das Auto gerade *keinen* Fortschritt und *keine* Freiheit bedeutet, sondern gesellschaftliche und geopolitische Abhängigkeiten, die unsere momentan weitgehend friedliche und freiheitliche Lebensweise aufs Spiel setzen. Genau jetzt, in den kommenden Jahren, sind die entscheidenden gesellschaftspolitischen Weichenstellungen darüber zu treffen, *wie* die Verkehrswende maßgeblich gestaltet werden soll: durch eine Antriebswende mit Vorteilen für Wenige und der Schaffung neuer Pfadabhängigkeiten oder durch eine

Mobilitätswende mit Vorteilen für alle. Dieses genau jetzt, genau vor uns offen stehende, historische Gelegenheitsfenster sollten wir politisch und gesellschaftlich für einen systemischen Paradigmenwechsel weg vom Auto und hin zum Umweltverbund nutzen.

Großstädte bieten für das Finden von Lösungen geeignete Experimentier- und Umsetzungsräume. Eine solche *große Transformation* und die Organisation demokratischer Mehrheiten sind dabei alles andere als eine Kleinigkeit – und es ist alles andere als sicher, dass es so kommen wird. Gerade im Verkehrsbereich müssen gesellschaftliche sowie infra- und machtstrukturell tief verankerte Pfadabhängigkeiten überwunden werden, um politisch und gesamtgesellschaftlich einen Pfad zu kreieren, der sich gegen ein bislang kapitalistisches Wirtschaftssystem eines „immer mehr“ mit Argumenten für ein „gutes Leben“ durchsetzt. Dies erfordert in hohem Maße strukturelle Veränderungen, um heute gegebene Abhängigkeiten vom eigenen Pkw-Besitz zu verringern. Die Erfordernis, Akzeptanz für strukturverändernde Maßnahmen zu gewinnen und demokratische Mehrheiten zu organisieren, die Veränderungen in den Mobilitätsroutinen von uns allen bedeuten, macht die Mobilitätswende zu einer besonders herausfordernden Wende für Klimaschutz und Nachhaltigkeit.

Die zahlreichen in dieser Dissertation aufgezeigten guten Beispiele geben als „konkrete Utopien“ (Bloch 1985) Hoffnung, dass ethisch geleitete, vorsorgende und gemeinwohlorientierte Prioritätensetzungen stattfinden können, die unterstützt durch selbstverstärkende, pfadkreierende Systemdynamiken über bislang vor allem zögerliche und kleinteilige Ansätze der Verkehrsverlagerung hinausgehen und strukturverändernde Beiträge für mehr Lebensqualität in der Stadt und eine friedens- und freiheitssichernde Zukunftsfähigkeit unserer Verkehrssysteme bringen. Dies gilt es als politisch zu gestaltendes, hochambitioniertes Gemeinschaftswerk voranzubringen.

Quellenverzeichnis

Letzter Zugriff auf alle im Quellenverzeichnis angegebenen Internetlinks: 10.07.2024

- 3sat (2024): Helen Keller: „Das Urteil könnte um die Welt gehen“. Beitrag vom 03.04.2024. <https://www.3sat.de/wissen/nano/240403-nano-science-date-helen-keller-100.html>
- Abbott, Andrew (2001): Time Matters: On Theory and Method. Chicago, IL: University of Chicago Press. ISBN: 9780226001029
- ADAC – Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (2023): Fahrverbote: Wo Euro-4- und 5-Diesel ausgesperrt werden. Artikel vom 27.09.2023. <https://www.adac.de/verkehr/tanken-kraftstoff-antrieb/fahrverbote-umweltzonen/dieselfahrverbot-faq/>
- ADFC Baden-Württemberg (o.J.): Critical Mass – hier wird das Fahrrad gefeiert! <https://bw.adfc.de/artikel/critical-mass>
- Agora Verkehrswende (2017): Mit der Verkehrswende die Mobilität von morgen sichern. 12 Thesen zur Verkehrswende. Berlin. https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2017/12_Thesen/Agora-Verkehrswende-12-Thesen_WEB.pdf
- Agora Energiewende (2023): CO₂-Preis für Verkehr und Gebäude: Ein sozialverträglicher Übergang zum EU-Emissionshandel. Pressemitteilung vom 19.10.2023. <https://www.agora-energie-wende.de/aktuelles/co2-preis-fuer-verkehr-und-gebäude-ein-sozialvertraeglicher-uebergang-zum-eu-emissionshandel>
- Aichinger, Wolfgang; Markus, Lennard (2022): Weniger Verkehr versuchen. Beitrag vom 12.12.2022 bei Agora Energiewende. <https://www.agora-verkehrswende.de/blog/weniger-verkehr-versuchen-1/>
- ALLEA Secretariat (2021): Law, Human Rights & Climate Change: A Conversation with Helen Keller. Berlin. <https://allea.org/law-human-rights-climate-change-a-conversation-with-helen-keller/>
- Allianz pro Schiene (2019): Wir zeigen die tatsächlichen Kosten des Verkehrs. <https://www.allianz-pro-schiene.de/themen/dossiers/externe-kosten/>
- Amos, Maximilian (2024): „Historischer“ Sieg für „Klimaseniorinnen“. Beitrag in beck-aktuell vom 09.04.2024. <https://rsw.beck.de/aktuell/daily/meldung/detail/egmr-klimaschutz-klimaseniorinnen-verbandsklagerecht>
- Assmann (Hrsg.): Nachhaltigkeit – Leitbild für die Zukunft. <https://www.assmann.de/nachhaltigkeit/nachhaltigkeitsbericht-2020/leitbild/>
- Augenstein, Karoline; Bachmann, Boris; Hermelingmeier, Verena; Kessler, Alexandra; Palzkill, Alexandra; Suski, Paul (2022): Impulse für die urbane Transformation. Einblicke ins Reallabor Wuppertal. Wuppertal: Zentrum für Transformationsforschung und Nachhaltigkeit (transzent). <https://uni-wuppertal.sciebo.de/s/KMKrGDwEqiwJGF1>
- Auswärtiges Amt (2024): Klimawandel – die größte Sicherheitsbedrohung unserer Zeit. Artikel vom 26.04.2024. <https://www.auswaertiges-amt.de/de/aussenpolitik/klimaaussenpolitik/klima-sicherheit/2179664>
- Bai, Xueamei; Leeuw, Sander von der; O’Brien, Karen; Berkhout, Fans; Biermann, Frank; Brondizio, Eduardo S.; Cudennec, Christophe; Dearing, John; Duraiappah, Anantha; Glaser, Marion; Revkin, Andrew; Steffen, Will; Syvitski, James (2016): Plausible and desirable futures in the Anthropocene: A new research agenda. In: Global Environmental Change 39, S. 351-362. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.09.017>

Quellenverzeichnis

- Banner, Gerhard; Grohs, Stephan; Reiter, Renate (2017): Administrative Innovation. In: Kersting, Norbert (Hrsg.) (2017): Urbane Innovation, S. 121-150. Wiesbaden: Springer Fachmedien. ISBN 978-3-658-07320-6
- Bardi, Ugo (2017): Der Seneca Effekt. Warum Systeme kollabieren und wie wir damit umgehen können. München: Oekom Verlag. ISBN 978-3-96006-010-9
- Barysch, Kathrin Nicole (2015): Selbstwirksamkeit. In: Dieter Frey (Hrsg.): Psychologie der Werte, S. 201-211. Springer Verlag: Wiesbaden. ISBN 978-3-662-48014-4
- Bauchmüller, Michael (2021): Energieverbrauch: Deutschland verpasst Klimaziel. Beitrag vom 21.12.2021 auf Sueddeutsche.de. <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/klimaschutz-corona-emissionen-1.5493011>
- Baumeister, Hubertus; Knie, Andreas (2023): StVO-Reform vorerst gescheitert: Bundesrat stoppt Paradigmenwechsel im Verkehr. Artikel vom 05.12.2023 auf klimareporter.de. <https://www.klimareporter.de/verkehr/bundesrat-stoppt-paradigmenwechsel-im-verkehr>
- BDI – Bundesverband der Deutschen Industrie (2022): Rohstoffkongress: Zeitenwende für eine sichere Rohstoffpolitik. Beitrag vom 20.10.2022. <https://bdi.eu/artikel/news/rohstoffkongress-zeitenwende-fuer-eine-sichere-und-nachhaltige-rohstoffpolitik>
- Behr, Alexander (2018): Langsames Wachstum, schneller Ruin – der „Seneca-Kollaps“ unserer Gesellschaft. Beitrag vom 31.01.2018. <https://www.saurugg.net/2018/blog/vernetzung-und-komplexitaet/langsames-wachstum-schneller-ruin-der-seneca-kollaps-unserer-gesellschaft>
- Bell, David A. (2018): Little Spartas. What causes some cities to become sites of revolution? Artikel vom 25.01.2018 in The Nation. <https://www.thenation.com/article/archive/little-spartas/>
- Benz, Arthur (2000): Politische Steuerung in lose gekoppelten Mehrebenensystemen. In: Werle, Raimund; Schimank, Uwe (2000): Gesellschaftliche Komplexität und kollektive Handlungsfähigkeit, S. 97-124. Frankfurt/Main: Campus. ISBN 3-593-36470-0. https://pure.mpg.de/rest/items/item_1235032_7/component/file_1235029/content
- Benz, Arthur (2004): Einleitung: Governance – Modebegriff oder nützliches sozialwissenschaftliches Konzept? In: Arthur Benz (Hrsg.): Governance – Regieren in komplexen Regelsystemen. Eine Einführung, S. 11-28. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. ISBN 978-3-531-90171-8
- Bergheim, Lukas (2023): Verkehrsbranche: Frauen in der Minderheit. Artikel vom 13.12.2023 auf Emmett, gefördert vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr und mFUND. <https://emmett.io/article/verkehrsbranche-frauen-in-der-minderheit>
- Berliner Morgenpost (o.J.): Klimawandel: Wo unsere Erde unbewohnbar wird. <https://interaktiv.morgenpost.de/klimawandel-hitze-meeresspiegel-wassermangel-stuerme-unbewohnbar/>
- Bezirksregierung Arnsberg (2021): Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Region. Leitlinien einer nachhaltige Entwicklung für den Regierungsbezirk Arnsberg. Arnsberg: Bezirksregierung Arnsberg. <https://www.bra.nrw.de/system/files/media/document/file/nachhaltigkeitsstrategie.pdf>
- Binz, Christian; Coenen, Lars; Murphy, James T.; Truffer, Bernhard (2020): Geographies of transition – From topical concerns to theoretical engagement: A comment on the transitions research agenda. Environmental Innovation and Societal Transitions 34: 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.11.002>
- Bloch, Ernst (1985): Werkausgabe: Band 5: Das Prinzip Hoffnung. Frankfurt am Main: Suhrkamp. ISBN-13: 978-3518281543

Quellenverzeichnis

- BMDV – Bundesministerium für Digitales und Verkehr (2021): Regionalstatistische Raumtypologie (Re-gioStaR), Beitrag vom 09.12.2021. <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/regionalstatistische-raumtypologie.html>
- BMDV – Bundesministerium für Digitales und Verkehr (2022a): Nationaler Radverkehrsplan 3.0. Berlin. <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/StV/nationaler-radverkehrsplan-3-0.pdf? blob=publicationFile>
- BMDV – Bundesministerium für Digitales und Verkehr (2022b): Sofortprogramm für den Sektor Ver-kehr aufgrund einer Überschreitung der zulässigen Jahresemissionsmenge für das Jahr 2021 auf Grundlage von § 8 Absatz 1 KSG. 12.07.2022. <https://bmdv.bund.de/Shared-Docs/DE/Anlage/K/presse/051-wissing-sofortprogramm-zur-einhaltung-der-klimaziele-im-verkehrssektor-anlage-2.pdf? blob=publicationFile>
- BMI – Bundesministerium des Innern und für Heimat (o.J.): Föderalismus und Kommunalwesen. <https://www.bmi.bund.de/DE/themen/verfassung/staatliche-ordnung/foederalismus-und-kommunalwesen/foederalismus-und-kommunalwesen-artikel.html>
- BMUV - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2019): Masterplan Stadtnatur. Berlin. https://www.bmuv.de/fileadmin/Da-ten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/masterplan_stadtnatur_bf.pdf
- BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz & UBA – Umweltbundesamt (2023): Umweltbewusstseinsstudie: Mehrheit der Deutschen hält Anpassung an bereits deutlich spürbare Klimakrise für notwendig. Umwelt- und Kli-maschutz sind trotz vielfältiger Krisen weiterhin wichtig. Pressemitteilung vom 03.08.2023. <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/umweltbe-wusstseinsstudie-mehrheit-der-deutschen>
- BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz & UBA – Umweltbundesamt (2024): Zu viel Stickstoff in der Umwelt – Was tun wir? Stand: 24.05.2024. <https://www.bmuv.de/themen/nachhaltigkeit/stickstoffminderung>
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2014): Handbuch für eine gute Bür-gerbeteiligung. Planung von Großvorhaben im Verkehrssektor. Berlin. <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/handbuch-buergerbeteili-gung.pdf? blob=publicationFile>
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.) (2021): Verkehrssicherheits-programm der Bundesregierung 2021 bis 2030. Berlin. <https://bmdv.bund.de/Shared-Docs/DE/Anlage/StV/broschuere-verkehrssicherheitsprogramm-2021-bis-2030.pdf? blob=publicationFile>
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.); BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010): Energiekonzept für eine umweltscho-nende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. 28. September 2010. Berlin. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/E/energiekonzept-2010.pdf? blob=publicationFile&v=5>
- BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022): Treibhausgasemissionen stiegen 2021 um 4,5 Prozent. Bundesklimaschutzministerium kündigt umfangreiches Sofortpro-gramm an. Gemeinsame Pressemitteilung von BMWK und Umweltbundesamt (UBA) vom 15.03.2022. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilun-gen/2022/03/20220315-treibhausgasemissionen-stiegen-2021-um-45-prozent.html>
- BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2023a): Klimaschutzprogramm 2023 der Bundesregierung. Veröffentlicht am 21.06.2023. <https://www.bmwk.de/Redak-tion/DE/Downloads/klimaschutz/20231004-klimaschutzprogramm-der-bundesregie-rung.pdf? blob=publicationFile&v=10>

Quellenverzeichnis

- BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2023b): Referentenentwurf des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Entwurf eines Zweiten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes. Stand: 13.06.2023. https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/klimaschutz/entwurf-eines-zweiten-gesetzes-zur-aenderung-des-bundes-klimaschutzgesetzes.pdf?__blob=publicationFile&v=8
- BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2024a): Abkommen von Paris. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/klimaschutz-abkommen-von-paris.html>
- BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2024b): Deutschland bei Klimazielen 2030 erstmals auf Kurs. Pressemitteilung vom 15.03.2024. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2024/03/20240315-deutschland-bei-klimazielen-2030-erstmals-auf-kurs.html>
- BMWSB – Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (2020): Neue Leipzig Charta. Die transformative Kraft der Städte für das Gemeinwohl. Verabschiedet beim Informellen Ministertreffen Stadtentwicklung am 30. November 2020. https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/veroeffentlichungen/wohnen/neue-leipzig-charta-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- BMWSB – Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (2024): Zentrale Orte. <https://www.bmwsb.bund.de/Webs/BMWSB/DE/themen/raumentwicklung/raumordnung/zentrale-orte/zentrale-orte-node.html>
- Bögel, Paul Maria; Augenstein, Karoline; Levin-Keitel, Meike; Upham, Paul (2022): An interdisciplinary perspective on scaling in transitions: Connecting actors and space. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 42, 170-183. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.12.009>
- Böhler, Susanne; Brand, Ralf; Brunner, Lisas Marie; Juliat, Morgane; Rupprecht, Siegfried; Somoza, Laura Babío; Cré, Ivo (2021): Planning for more resilient and robust urban mobility. https://civitas.eu/sites/default/files/sump_topic-guide_planning_for_more_resilient_and_robust_urban_mobility.pdf
- Böhler-Baedeker, Susanne; Jansen, Ulrich; Müller, Miriam (2012): Konzepte für CO₂-arme Mobilität in der Stadt. In: *Raumplanung* 162, Seite 24-27. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/4365/file/4365_Boehler-Baedeker.pdf
- BpB – Bundeszentrale für politische Bildung (o.J.): Revisionismus. <https://www.bpb.de/kurz-knapp/lexika/politiklexikon/18146/revisionismus/>
- BpB – Bundeszentrale für politische Bildung (2017): Der Aufstieg der Rechtspopulisten in den USA. Artikel vom 09.01.2017. <https://www.bpb.de/themen/parteien/rechtspopulismus/240062/der-aufstieg-der-rechtspopulisten-in-den-usa/>
- BpB – Bundeszentrale für politische Bildung (2022a): Flutkatastrophe in Pakistan. Beitrag vom 20.10.2022. <https://www.bpb.de/kurz-knapp/hintergrund-aktuell/514557/flutkatastrophe-in-pakistan/>
- BpB – Bundeszentrale für politische Bildung (2022b): Rechtes Wahlbündnis siegt in Italien. Artikel vom 23.09.2022. <https://www.bpb.de/kurz-knapp/hintergrund-aktuell/513379/rechtes-wahlbuenndnis-siegt-in-italien/>
- BpB – Bundeszentrale für politische Bildung (2023a): Parlamentswahl in den Niederlanden. Artikel vom 17.11.2023. <https://www.bpb.de/kurz-knapp/hintergrund-aktuell/542807/parlamentswahl-in-den-niederlanden/>

Quellenverzeichnis

- BpB – Bundeszentrale für politische Bildung (2023b): Rechtspopulismus vs. Klimaschutz? Positionen, Einstellungen, Erklärungsansätze. Autor*innen: Bernd Sommer, Miriam Schad, Philipp Kadelke, Franziska Humpert, Christian Möstl. <https://www.bpb.de/shop/buecher/schriftenreihe/516604/rechtspopulismus-vs-klimaschutz/>
- Bracher, Tilman (2013): Radverkehr fördern: Pflichtaufgabe für Bund, Länder und Gemeinden. Ohne Ortsangabe: Deutsche Institut für Urbanistik (Difu). ISSN 1439-6343
- Brand, Ulrich (2004): Lexikon der Globalisierung – Was ist eigentlich Hegemonie? Beitrag vom 20.09.2004 auf taz.de. <https://taz.de/!697314/>
- Branden, Taco; Steen, Trui; Verschuere, Bram (2018): Co-Creation and Co-Production in Public Services: Urgent Issues in Practice and Research. In: Branden, Taco; Steen, Trui; Verschuere, Bram (2018). Co-Production and Co-Creation. Engaging Citizens in Public Services, 3-8. New York & Abingdon: Routledge. ISBN 9781315204956
- Bratzel, Stefan (1999): Conditions of success in sustainable urban transport policy – Policy change in ‘relatively successful’ European cities. Transport Reviews 19 (2): 177-190. <https://doi.org/10.1080/014416499295600>
- Brundtland, Gro Harlem; Agnelli, Susanna; Hauff, Volker (1987): Unsere gemeinsame Zukunft. World Commission on Environment and Development. Grevén: Eggenkamp-Verlag.
- Bruno, Matthew (2022): Cycling and transitions theories: A conceptual framework to assess the relationship between cycling innovations and sustainability goals. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives 15, 100642. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100642>
- Bruno, Matthew; Dekker, Henk-Jan; Lemos, Leticia Lindenberg (2021): Mobility protests in the Netherlands of the 1970s: Activism, innovation, and transitions. Environmental Innovation and Societal Transitions 40, 521-535. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.10.001>
- Bundesregierung (2016): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Neuauflage 2016. Berlin. <https://www.publikationen-bundesregierung.de/re-source/blob/2277952/730844/c762a46f9fec4c4d3f574c9c461d8532/deutsche-nachhaltigkeitsstrategie-neuauflage-2016-download-bpa-data.pdf?download=1>
- Bundesregierung (2019): Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Berlin. <https://www.bundesregierung.de/re-source/blob/974430/1679914/c8724321decefc59cca0110063409b50/2019-10-09-klimamassnahmen-data.pdf?download=1>
- Bundesregierung (2021): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Weiterentwicklung 2021. Berlin. <https://www.bundesregierung.de/re-source/blob/998194/1875176/3d3b15cd92d0261e7a0bc8f43b7839/deutsche-nachhaltigkeitsstrategie-2021-langfassung-download-bpa-data.pdf>
- Bundesregierung (2022): Grundsatzbeschluss 2022 zur Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie. Berlin. <https://www.publikationen-bundesregierung.de/re-source/blob/2277952/1875176/9b7154e5739ecc19a2d1520d2a94a2c3/deutsche-nachhaltigkeitsstrategie-2021-langfassung-download-bpa-data.pdf?download=1>
- Bundesregierung (2023h): Klimaschutzgesetz und Klimaschutzplan: Ein Plan fürs Klima. Pressemitteilung vom 21.06.2023. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/tipps-fuer-verbraucher/klimaschutzgesetz-2197410>
- Bundesregierung (2024): Ab Januar 2024: CO₂-Preis steigt auf 45 Euro pro Tonne. Pressemitteilung vom 01.01.2024. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/co2-preis-kohle-abfallbrennstoffe-2061622>

Quellenverzeichnis

- Bundesverfassungsgericht (BVerfG) (2021): Leitsätze zum Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021. https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Downloads/DE/2021/03/rs20210324_1bvr265618.pdf?__blob=publicationFile&v=9
- Bundesverwaltungsgericht (2018): (Beschränkte) Verkehrsverbote für (bestimmte) Dieselfahrzeuge – Luftreinhalteplan Düsseldorf. Urteil vom 27.02.2018, BVerwG 7 C 26.16. <https://www.bverwg.de/270218U7C26.16.0>
- Bündnis sozialverträgliche Mobilitätswende (2021): Wie wir das Klima schützen und eine sozial gerechte Mobilitätswende umsetzen können. https://www.nabu.de/imperia/md/nabu/images/umwelt/verkehr/broschuere_buendnis_sozialvertraegliche_mobilitaetswende.pdf
- C40 Cities (2021): Green and Healthy Streets. Fossil-Fuel-Free Streets Declaration. Planned Actions to Deliver Commitments. https://www.c40.org/wp-content/uploads/2021/07/1426_FFF_ACTION_070120.original.pdf
- Canzler, Weert; Radtke, Jörg (2019): Der Weg ist das Ziel: Verkehrswende als Kulturwende. Oder: Zur schwierigen Entwöhnung vom Auto. Politik und Zeitgeschichte, Bundeszentrale für politische Bildung 69(43), S. 33-38.
- Changing Cities (o.J.): Volksentscheid Fahrrad. Berlin dreht sich. <https://changing-cities.org/kampagnen/volksentscheid-fahrrad/>
- Cheng, Lijing; Abraham, John; Trenberth, Kevin E.; Fasullo, John; Boyer, Tim; Mann, Michael E.; Zhu, Jiang; Wang, Fan (...) (2023): Another Year of Record Heat for the Oceans. Advances in Atmospheric Sciences, Vol. 40, June 2023, 963-974. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00376-023-2385-2.pdf>
- COE – Council of Europe (2011): Verletzung des Familienlebens wegen Verschmutzung durch Autobahn führt zu besseren Umweltschutzmaßnahmen. <https://www.coe.int/de/web/impact-convention-human-rights/-/verletzung-des-familienlebens-wegen-verschmutzung-durch-autobahn-fuehrt-zu-besseren-umweltschutzmassnahmen>
- Connolly, Rachel; Marlier, Miriam E.; Garcia-Gonzales, Diane A.; Wilkins, Joseph; Su, Jason; Bekker, Claire; Jung, Jihoon; Bonilla, Eimy; Burnett, Richard T. (...) Jerrett, Michael (2024): Mortality attributable to PM_{2.5} from wildland fires in California from 2008 to 2018. Science Advances Vol. 10, Issue 23, <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adl1252>
- Copernicus (2023): Global temperatures: 2023 warmest year on record, close to 1.5°C above pre-industrial level. Pressemitteilung vom 09.01.2024. <https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2023>
- Copernicus (2024a): 2023 is the hottest year on record, with global temperatures close to the 1,5°C limit. Pressemitteilung vom 09.01.2024. <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2023-hottest-year-record>
- Copernicus (2024b): Anstieg der durchschnittlichen globalen Meeresoberflächentemperatur. Beitrag vom 02.04.2024. <https://www.d-copernicus.de/infothek/news/news-details/news/anstieg-der-durchschnittlichen-globalen-meeresoberflaechentemperatur/>
- Copernicus (2024c): February 2024 was globally the warmest on record – Global Sea Surface Temperatures at record high. Pressemitteilung vom 05.03.2024. <https://climate.copernicus.eu/copernicus-february-2024-was-globally-warmest-record-global-sea-surface-temperatures-record-high>
- Copernicus (2024d): In 2024, the world experienced the warmest January on record. Pressemitteilung vom 08.02.2024. <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2024-world-experienced-warmest-january-record>

Quellenverzeichnis

- Copernicus (2024e): Mai 2024 ist der 12. Monate in Folge mit Rekordtemperaturen. Pressemitteilung vom 05.06.2024. Bonn/Genf.
https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://climate.copernicus.eu/sites/default/files/2024-06/C3S_Statement-12MonthStreak%2520DE.docx&ved=2ahUKewibk8v6i-piHAXA9LsiHZRfCccQFnoECCMQAQ&usg=AOvVaw3pERIM5eYWY48Zp7FGk_xP
- COR – Council of Europe (o.J.): Recht auf eine gesunde Umwelt. <https://www.coe.int/de/web/impact-convention-human-rights/human-rights-and-the-environment>
- COR – Council of Europe (2024): Drei Urteile des Europäischen Gerichtshofs für Menschenrechte zum Klimawandeln. Pressemitteilung vom 09.04.2024. <https://www.coe.int/de/web/portal/-/three-climate-change-rulings-from-the-european-court-of-human-rights>
- Crippa, M., Guizzardi, D., Pagani, F., Banja, M., Muntean, M., Schaaf E., Becker, W., Monforti-Ferrario, F., Quadrelli, R., Risquez Martin, A., Taghavi-Moharamli, P., Köykkä, J., Grassi, G., Rossi, S., Brandao De Melo, J., Oom, D., Branco, A., San-Miguel, J., Vignati, E. (2023): GHG emissions of all world countries. Publications Office of the European Union, Luxemburg. doi:10.2760/953322, JRC134504. https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2023
- Crutzen, Paul J. (2002): Geology of mankind – The Anthropocene. Nature 415: 23.
<https://doi.org/10.1038/415023a>
- Crutzen, Paul J.; Stoermer, Eugene F. (2000): The “Anthropocene”. Global Change Newsletter 41, 17-18. <https://doi.org/10.12987/9780300188479-041>
- Cunningham, Calum X.; Williamson, Grat J.; Bowma, David M. J. S. (2024): Increasing frequency and intensity of the most extreme wildfires on Earth. In: Nature Ecology & Evolution (2024).
<https://doi.org/10.1038/s41559-024-02452-2>
- Dalal-Clayton, Barry; Bass, Stephen (2002): Sustainable Development Strategies. A resource book. OECD & UNDP (Hrsg.). London & Sterling: Earthscan Publications Ltd. [https://www.sd-network.eu/pdf/resources/Dalal-Clayton,%20Bass%20\(2002\)%20-%20Sustainable%20Development%20Strategies%20-%20A%20Resource%20Book.pdf](https://www.sd-network.eu/pdf/resources/Dalal-Clayton,%20Bass%20(2002)%20-%20Sustainable%20Development%20Strategies%20-%20A%20Resource%20Book.pdf)
- DBU – Deutsche Bundesstiftung Umwelt (2023): Deutscher Umweltpreis der DBU für Klimaforscherin und Holzbau-Pionierin. Pressemitteilung vom 11.09.2023.
<https://www.dbu.de/news/deutscher-umweltpreis-der-dbu-fuer-klimaforscherin-und-holzbau-pionierin/>
- Decker, Markus (2024): Putin, Trump und die AfD: Zeitenwende in XXL. Beitrag vom 13.02.2024 auf RedaktionsNetzwerk Deutschland. <https://www.rnd.de/politik/putin-trump-und-die-afd-zeitenwende-in-xxl-BRE2Y4APTRGOPJPROTNJEJWHTA.html>
- Deckwirth, Christina (2024): Bonhoff: Das Wasserstoff-Lobbynetzwerk im Verkehrsministerium. Beitrag vom 02.02.2024 auf Lobby Control. <https://www.lobbycontrol.de/aus-der-lobby-welt/bonhoff-das-wasserstoff-lobbynetzwerk-im-verkehrsministerium-113681/>
- DEGAM – Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin, Deutsche Gesellschaft für PUBLIC HEALTH e.V., Bundesärztekammer, Deutsche Gesellschaft für Sozialmedizin und Prävention, KLUG – Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit, GPA – Gesellschaft pädiatrische Allergologie und Umweltmedizin, Kinderumwelt gGmbH, Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V., Deutscher Allergie- und Asthmabund e.V., Deutsche Gesellschaft für Rheumatologie e.V., gmds – Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V., Gesellschaft für pädiatrische Pneumologie (2022): Gemeinsamer Brief an Bundesminister Prof. Dr. Karl Lauterbach zum Schutz von Gesundheit, Klima und Natur vor Luftverschmutzung durch Angleichung der EU-Luftqualitätsstandards an die Empfehlungen der WHO vom 22.09.2022.

Quellenverzeichnis

https://klimawandel-gesundheit.de/wp-content/uploads/2022/11/Lauterbach_Letter_KLUGet_al_WHO_20221026-copy.pdf

Destatis – Statistisches Bundesamt (2019): Automobilindustrie: Deutschlands wichtigster Industriezweig mit Produktionsrückgang um 7,1% im 2. Halbjahr 2018. Pressemitteilung vom 09.04.2019. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2019/04/PD19_139_811.html

Destatis – Statistisches Bundesamt (2023): Pkw-Dichte im Jahr 2022 erneut auf Rekordhoch. Pressemitteilung Nr. N048 vom 05.09.2023. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2023/09/PD23_N048_46.html

Destatis – Statistisches Bundesamt (2024a): 14,5% der Bodenfläche Deutschlands werden für Siedlungs- und Verkehrszwecke verwendet. https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Flaechennutzung/siedlungs-verkehrsflaeche_aktuell.html

Destatis – Statistisches Bundesamt (2024b): Bevölkerung: Großstadtregionen im Wandel. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/Aspekte/demografie-grossstadtregionen.html#>

Destatis – Statistisches Bundesamt (2024c): BRICS+ in Zahlen. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Internationales/Thema/allgemeines-regionales/BRICS/BRICS.html?nn=649010#bevoelkerung>

Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle (2023): Synthesebericht zum Sechsten IPCC-Sachstandsbericht (AR6). Hauptaussagen aus der Zusammenfassung für die politische Entscheidungsfindung (SPM). Version vom 11.07.2023. https://www.de-ipcc.de/media/content/Hauptaussagen_AR6-SYR.pdf

Deutsche Umwelthilfe (o.J.): Klimaklagen und Beschwerden gegen die Bundesregierung. <https://www.duh.de/klimaklagen/klimaklagen-und-beschwerden-gegen-die-bundesregierung/>

Deutsche Umwelthilfe (2021): Stellungnahme zum Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG). Stellungnahme im Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit im Deutschen Bundestag vom 16.06.2021. <https://www.bundestag.de/resource/blob/848020/d26adb93c334b369d79000c1ee4cd9be/Barbara-Metz-DUH-data.pdf>

Deutsche Umwelthilfe (2023): Deutsche Umwelthilfe dringt in München auf wirksame Dieselfahrverbote für die Saubere Luft und prüft gestrigen Stadtratsbeschluss auf Missbrauchsmöglichkeiten. Pressemitteilung vom 02.02.2023. <https://www.duh.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/deutsche-umwelthilfe-dringt-in-muenchen-auf-wirksame-dieselfahrverbote-fuer-die-saubere-luft-und-prueft/>

Deutscher Bundestag (2012): Kultur und Geschichte: Der Einstieg zum Ausstieg aus der Atomenergie. https://www.bundestag.de/webarchiv/textarchiv/2012/38640342_kw16_kalender_atomausstieg-208324

Deutscher Bundestag (2023): Kontroverse Debatte zur Zukunft der deutschen Autoindustrie. <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2023/kw48-de-verbrennungsmotoren-979646>

Deutschlandfunk (2017): Klima-Abkommen: Trump vor dem Ausstieg? Artikel vom 01.06.2017. <https://www.deutschlandfunk.de/weltklima-abkommen-trump-vor-dem-ausstieg-100.html>

Quellenverzeichnis

- DG epi – Deutsche Gesellschaft für Epidemiologie; Deutsche Gesellschaft für Public Health e.V.; Deutsche Gesellschaft für Sozialmedizin und Prävention; gmds – Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V.; DGK – Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V.; UBA – Umweltbundesamt (2021): Die WHO-Luftqualitätsleitlinien 2021 – Gesundere Luft für alle. Eine gemeinsame Erklärung von medizinischen, wissenschaftlichen und Public Health Fachgesellschaften und Institutionen. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/6232/dokumente/jointsocietystatement_german_adaption_final.pdf
- Diamond, Jared (2005): Warum Gesellschaften überleben oder untergehen. Frankfurt: S. Fischer Verlag. ISBN 3-10-013904-6.
- Diehl, Katja (2024): Raus aus der Autokratie. Rein in die Mobilität von morgen! S. Fischer Verlag GmbH: Frankfurt am Main. ISBN 97-3-10-397577-2
- Difu – Deutsches Institut für Urbanistik (2018): Was ist eigentlich... Governance? Beitrag vom 03.08.2018 im Difu-Magazin 3/2018. <https://difu.de/nachrichten/was-ist-eigentlich-governance>
- Dixson-Declève, Sandrine; Gaffney, Owen; Ghosh, Jayati; Randers, Jørgen; Rockström, Johan; Stoknes, Per Espen (2022): Earth for All. Ein Survivalguide für unseren Planeten. Der neue Bericht an den Club of Rome, 50 Jahre nach „Die Grenzen des Wachstums“. Oekom: München. ISBN 978-3-96238-387-9
- DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (Hrsg.) (2023): Mobilitätsarmut und soziale Teilhabe in Deutschland. Studie für Agora Verkehrswende 2023. Institut für Verkehrsforschung: Berlin. https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2023/Mobilitaetsarmut_Hintergrund/DLR-Agora_Studie_Mobilitaetsarmut.pdf
- Donald, Paul F. (2023): Traffication. How the Car Killed the Countryside. London: Pelagic Publishing. ISBN 978-1-78427-444-3.
- dpa – Deutsche Presse-Agentur (2023): EU-Klimawandeldienst – Copernicus-Bericht: Das Klima unserer Kindheit ist vorbei. Artikel vom 20.04.2023 auf geo.de. <https://www.geo.de/natur/copernicus-bericht--das-klima-unserer-kindheit-ist-vorbei-33392298.html>
- Drewes, Sabine (2019): Urbaner Raum: Von der autogerechten zur lebenswerten Stadt. Artikel vom 05.11.2019. Berlin: Heinrich Böll Stiftung. <https://www.boell.de/de/urbaner-raum-von-der-autogerechten-zur-lebenswerten-stadt>
- Drews, Fabian (2022): Flächengerechtigkeit und die Verteilung des öffentlichen Straßenraums in Berlin. Eine Untersuchung am Beispiel des Bezirks Berlin-Mitte. Discussion Paper. Berlin: TU Berlin. https://www.static.tu.berlin/fileadmin/www/10002265/Discussion_Paper/DP21_Drews_Flaechengerechtigkeit.pdf
- Dudenhöffer, Ferdinand (2022): Die große Zeit des Autos kommt erst. Wirtschaftsdienst 102 Heft 13, S. 36-39. <https://www.wirtschaftsdienst.eu/inhalt/jahr/2022/heft/13/beitrag/die-grosse-zeit-des-autos-kommt-erst.html>
- DWD – Deutscher Wetterdienst (2020): DWD-Stationen Duisburg-Baerl und Tönisvorst jetzt Spitzenreiter mit 41,2 Grad Celsius. Pressemitteilung vom 17.12.2020. https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2020/20201217_annulierung_lingen_news.html
- DW Deutsch (2014): Eine Kommunikationspanne verändert die Welt – 25 Jahre Mauerfall. Filmbeitrag auf Youtube.de. https://www.youtube.com/watch?v=sNF_NwSySaU
- EEA – European Environment Agency (2021): Germany noise fact sheet 2021. Veröffentlicht am 08.12.2021. <https://www.eea.europa.eu/themes/human/noise/noise-fact-sheets/noise-country-fact-sheets-2021/germany>

Quellenverzeichnis

- EEA – European Environment Agency (2023a): Air pollution and children's health. Briefing vom 24.03.2023. <https://www.eea.europa.eu/publications/air-pollution-and-childrens-health>
- EEA – European Environment Agency (2023b): Premature deaths due to exposure to fine particulate matter in Europe. Artikel vom 24.11.2023. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/health-impacts-of-exposure-to?activeAccordion=309c5ef9-de09-4759-bc02-802370dfa366>
- EEA – European Environment Agency (2024): European Climate Risk Assessment. Executive Summary. EEA Report 01/2024. Kopenhagen. doi:10.2800/204249 <https://www.eea.europa.eu/publications/european-climate-risk-assessment>
- EGMR – Europäischer Gerichtshof für Menschenrechte (2024a): Environment and the Convention on Human Rights. Factsheet. Stand: April 2024. https://www.echr.coe.int/documents/d/echr/FS_Environment_ENG
- EGMR – Europäischer Gerichtshof für Menschenrechte (2024b): Violations of the European Convention for failing to implement sufficient measures to combat climate change. Pressemitteilung vom 09.04.2024. https://jusletter.weblaw.ch/juslissues/2024/1193/violations-of-the-eu_4ab8e29752.html_ONCE&login=false
- EGMR, COE – European Court of Human Rights; Council of Europe (1950): European Convention on Human Rights. Fassung vom 01.08.2021. https://www.echr.coe.int/documents/d/echr/convention_ENG
- Elliott, Rebecca (2018): The sociology of climate change as a sociology of loss. European Journal of Sociology 59 (39), 301-337. <https://www.cambridge.org/core/journals/european-journal-of-sociology-archives-europeennes-de-sociologie/article/sociology-of-climate-change-as-a-sociology-of-loss/B16D58EC8D7F9AEE3227A35F4A9A5E20>
- Elsevier (2024): Scopus Inhalt. <https://www.elsevier.com/de-de/products/scopus/content>
- Engels, Anita; Jochem Marotzke; Eduardo Gonçalves Gresse; Andrés López-Rivera; Anna Pagnone; Jan Wilkens (2023b): 1,5-Grad-Ziel nicht plausibel: Gesellschaftlicher Wandel wichtiger als physikalische Kippunkte. Hamburg, Universität Hamburg. <https://www.uni-hamburg.de/newsroom/presse/2023/pm3/pm3.pdf>
- EPA – United States Environmental Protection Agency (2024): Global Greenhouse Gas Overview. <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-overview>
- ESDN – European Sustainable Development Network (o.J.): Basics of SD Strategies. <https://www.esdn.eu/about/basics-of-sd-strategies>
- Europäische Kommission (2015): Vision Zero – our goal is to reduce road deaths to zero by 2050. https://road-safety.transport.ec.europa.eu/index_en
- Europäische Kommission (2018): Europa in Bewegung. Nachhaltige Mobilität für Europa: sicher, vernetzt und umweltfreundlich. COM(2018) 283 vom 17.05.2018, Brüssel. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:0e8b694e-59b5-11e8-ab41-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF
- Europäische Kommission (2020): Strategie für nachhaltige und intelligente Mobilität: Den Verkehr in Europa auf Zukunftskurs bringen. Brüssel, den 09.12.2020. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0789>
- Europäische Kommission (2021): „Fit für 55“: auf dem Weg zur Klimaneutralität – Umsetzung des EU-Klimaziels für 2030. Brüssel, den 14.07.2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0550>

Quellenverzeichnis

- Europäische Kommission (2021): Pathway to a Healthy Planet for All. EU Action Plan: 'Towards Zero Pollution for Air, Water and Soil'. Brüssel. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0400&qid=1623311742827>
- Europäische Kommission (2022): Neun Städte in Deutschland nehmen an der EU-Mission 100 klimaneutrale Städte teil. Pressemitteilung vom 28.04.2022. https://germany.representation.ec.europa.eu/news/neun-stadte-deutschland-nehmen-der-eu-mission-100-klimaneutrale-stadte-teil-2022-04-28_de
- Europäische Kommission (2024): Nature Restoration Law. https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/nature-restoration-law_en
- Europarat (2023): Germany: address growing poverty and inequality by better protecting social rights and reinforce general frameworks for human rights protection. Beitrag vom 04.12.2023. Strasbourg. <https://www.coe.int/pl/web/commissioner/-/germany-address-growing-poverty-and-inequality-by-better-protecting-social-rights-and-reinforce-general-frameworks-for-human-rights-protection>
- Eurostat (2023): Sustainable development in the European Union. Statistical annex to the EU voluntary review. 2023 edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/7870049/16817926/KS-05-23-188-EN-N.pdf/3b2ee0b2-5bc8-d139-ed93-af99827dc50a?version=1.0&t=1684845850360>
- Expertenrat für Klimafragen (2022a): Prüfbericht zu den Sofortprogrammen 2022 für den Gebäude- und Verkehrssektor. Prüfung der den Maßnahmen zugrundeliegenden Annahmen gemäß § 12 Abs. 2 Bundes-Klimaschutzgesetz. 25.08.2022. https://expertenrat-klima.de/content/uploads/2022/08/ERK2022_Pruefbericht-Sofortprogramme-Gebaeude-Verkehr.pdf
- Expertenrat für Klimafragen (2022b): Sofortprogramme können Einhaltung der Klimaziele nicht sicherstellen – Gebäude mit substanziellem Beitrag, Verkehr schon im Ansatz ohne hinreichenden Anspruch. Pressemitteilung vom 25.08.2022. <https://expertenrat-klima.de/news/news-veroeffentlichung-des-pruefberichts-zu-den-sofortprogrammen-2022-fuer-den-gebaeude-und-verkehrssektor/>
- Expertenrat für Klimafragen (2022c): Zweijahresgutachten 2022. Bericht vom 4. November 2022. Berlin. https://expertenrat-klima.de/content/uploads/2022/11/ERK2022_Zweijahresgutachten.pdf
- Expertenrat für Klimafragen (2023a): Prüfbericht zur Berechnung der deutschen Treibhausgasemissionen für das Jahr 2022. Berlin. https://expertenrat-klima.de/content/uploads/2023/05/ERK2023_Pruefbericht-Emissionsdaten-des-Jahres-2022.pdf
- Expertenrat für Klimafragen (2023b): Stellungnahme zum Entwurf des Klimaschutzprogramms 2023. Expertenrat: Hans-Martin Henning, Brigitte Knopf, Marc Oliver Bettzüge, Thomas Heimer, Barbara Schломann. Berlin: Geschäftsstelle Expertenrat für Klimafragen (ERK). https://expertenrat-klima.de/content/uploads/2023/09/ERK2023_Stellungnahme-zum-Entwurf-des-Klimaschutzprogramms-2023.pdf
- Expertenrat für Klimafragen (2024a): Expertenrat prüft Projektionsdaten: Einhaltung des Klimaziels für 2021 bis 2030 nicht bestätigt. Pressemitteilung vom 03.06.2024. Berlin. https://expertenrat-klima.de/content/uploads/2024/06/ERK2024_Sondergutachten-Pruefung-Projektionsdaten-2024_Pressemitteilung.pdf
- Expertenrat für Klimafragen (2024b): Gutachten zur Prüfung der Treibhausgas-Projektionsdaten 2024. Sondergutachten gemäß §12 Abs. 4 Bundes-Klimaschutzgesetz. 3. Juni 2024. Berlin. https://expertenrat-klima.de/content/uploads/2024/06/ERK2024_Sondergutachten-Pruefung-Projektionsdaten-2024.pdf

Quellenverzeichnis

- Fazit Communication GmbH (o.J.): Land der Vielfalt. Beitrag im Service „Tatsachen über Deutschland“ in Zusammenarbeit mit dem Auswärtigen Amt, Berlin. Frankfurt am Main. <https://www.tatsachen-ueber-deutschland.de/de/deutschland-auf-einen-blick/land-der-vielfalt>
- Felbermayr, Gabriel (2023): Krieg mit anderen Mitteln. In: Wirtschaftsdienst, 103. Jahrgang, Heft 13, S. 5-14. <https://www.wirtschaftsdienst.eu/inhalt/jahr/2023/heft/13/beitrag/krieg-mit-anderen-mitteln.html>
- FIFA - Fédération Internationale de Football Association (2016): Reglement – FIFA Fußball-Weltmeisterschaft Russland 2018™. <https://resources.fifa.com/image/upload/fifa-fussball-wm-russland-2018tm-reglement-2843522.pdf?cloudid=nk4dq3wtevac1re6vbg2>
- FIS – Forschungs-Informationssystem (2023): Soziale Aspekte der Belastung durch Luftschadstoffe aus dem Verkehr. Erstellt am 19.12.2019; Stand 10.11.2023. <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/507181/>
- Fischedick, Manfred; Haake, Hans; Arnold, Karin; Götz, Thomas; Hennes, Lena; Kaselofsky, Jan; Koska, Thorsten; Leipprand, Anna; Samadi, Sascha; Schüwer, Dietmar; Speck, Melanie; Suerkemper, Felix; Thomas, Stefan; Venjakob, Johannes; Geibler, Justus von; Wilts, Henning (2022): Die Suche nach den wichtigsten Hebeln der Großen Transformation. Wuppertal Institut: Wuppertal. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7779/file/Z118_Transformative_Innovationen.pdf
- Flor, Henrik (2020): Changing Cities – Das Mandat hat der, der macht! <https://opentransfer.de/changing-cities-das-mandat-hat-der-der-macht/>
- Florin, Christiane (2024): Nachhaltigkeit: Warum wir konstruktive Zukunftsvisionen brauchen. Interview mit Stella Schaller vom Thinktank Reinventing Society zum Buch „Zukunftsbilder 2045“. Audiodatei. <https://www.deutschlandfunk.de/visionen-sollen-schoen-sein-stella-schaller-ueber-zukunft-und-vorstellungskraft-dlf-4046a15d-100.html>
- Ford, Alistair; Blythe, Phil; Dawson, Richard; Barr, Stuart (2018): Land-use transport models for climate change mitigation and adaptation planning. Journal of Transport and Land Use, 11(1), 83–101. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2018.1209>, <https://www.jtlu.org/index.php/jtlu/article/view/1209>
- Foster, Richard N. (1986): Die S-Kurve: Ein neues Prognoseinstrument. In: Innovation – Die technologische Offensive, S. 95-121. Wiesbaden: Gabler Verlag Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-322-83742-4>
- Foxon, Timothy J.; Pearson, Peter J.G.; Arapostathis, Stathis; Carlsson-Hyslop, Anna; Thornton, Judith (2013): Branching points for transition pathways: assessing responses of actors to challenges on pathways to a low carbon future. Energy Policy 52: 146-158. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.030>
- Frankenberger, Klaus-Dieter (2019): Donald Trump – Maestro der Verrohung. Kommentar vom 05.08.2019. <https://www.faz.net/aktuell/politik/us-wahl/donald-trump-maestro-der-verrohung-16319454.html>
- Fricke, Annika; Parodi, Oliver; Trenks, Helena; Saha, Somidh (2023): Transdisziplinär forschen. In: Nöthen, Eva; Schreiber, Verena (2023): Transformative Geographische Bildung. Schlüsselprobleme, Theoriezugänge, Forschungsweisen, Vermittlungspraktiken, S. 261-267. Wiesbaden: Springer Spektrum. ISBN-13: 978-3662664810
- Fridays for Future (2023): Sofortprogramm für den Sektor Verkehr aufgrund einer Überschreitung der zulässigen Jahresemissionsmengenabgabe für das Jahr 2021 [soll vermutlich 2022 heißen, Anm. d. Autorin] auf Grundlage von § 8 Absatz 1 KSG. <https://fridaysforfuture.de/wp-content/uploads/2023/07/Copy-of-Sofortprogramm-BMDV-.pdf>

Quellenverzeichnis

- Froese, Iven (2021): Keine Zeit, das Verschwinden der Natur zu bemerken? Beitrag vom 23.09.2021 auf klimareporter.de. <https://www.klimareporter.de/gesellschaft/keine-zeit-das-verschwinden-der-natur-zu-bemerkenr>
- Gabriel, Sabine (2019): Triangulation als theoretisierte Verhältnisfrage zwischen Gegenstandskonstruktionen in qualitativen Forschungsprojekten. In: Lüdemann, Jasmin; Otto, Ariane (Hrsg.) (2019): Triangulation und Mixed-Methods. Reflexionen theoretischer und forschungspraktischer Herausforderungen, S. 13-38. Wiesbaden: Springer VS. ISBN-13 : 978-3658242244
- Gaffron, Philine (2014): Je geringer das Einkommen, desto höher sind die Belastungen durch Lärm und schädliche Emissionen. <https://www.tuhh.de/zeit-beilage/startseite/umweltgerechtigkeit>
- Gaigg, Vanessa (2019): Debatte: Steigender Autoanteil in Wien lost Diskussion über Fahrverbote in City aus. Beitrag vom 13.02.2019 auf Der Standard. <https://www.derstandard.at/story/2000097951392/erneut-rekorde-bei-wiener-oeffis-aber-auch-auto-anteil-in>
- Gaitán-Cremaschi; Valbuena, Diego; Klerkx, Laurens (2024): The roles and dynamics of transition intermediaries in sustainable public food procurement: insights from Spain. In: Agriculture and Human Values, <https://doi.org/10.1007/s10460-024-10562-7>
- Gathen, Peter von der; Kivi, Rigel; Wohltmann, Ingo; Salawitch, Ross J.; Rex, Markus (2021): Climate change favours large seasonal loss of Arctic ozone. Nature Communications 12, Artikelnummer 3886 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24089-6>
- Gather, Matthias; Kagermeier, Andreas; Lanzendorf, Martin (2008): Geographische Mobilitäts- und Verkehrsforschung. Studienbücher der Geographie. Berlin/Stuttgart. ISBN: 9783443071431
- Geels, Frank W. (2002): Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. Research Policy 31 (8/9), 1257–1274. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- Geels, Frank W. (2004): From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. Research Policy 33 (6/7), 897-920. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>
- Geels, Frank W. (2011): The role of cities in technological transitions. Analytical clarifications and historical examples. In: Harriet, Bulkely; Castán, Vanesa; Hodson, Mike; Marvin, Simon (2011): Cities and Low Carbon Transitions, 13-28. Oxfordshire: Routledge. ISBN 9780415814751
- Geels, Frank W. (2012): A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. Journal of Transport Geography 24: 471-482. doi:10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021
- Geels, Frank W. (2018): Low-carbon transition via system reconfiguration? A socio-technical whole system analysis of passenger mobility in Great Britain (1990-2016). Energy Research & Social Science 46: 86-102. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.07.008>
- Geels, Frank W. & Schot, Johan (2007): Typology of sociotechnical transition pathways. Research Policy 36: 399-417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Geels, Frank W. & Schot, Johan (2010): Part I: The Dynamics of Transitions: A Socio-Technical Perspective. In: Grin, John; Rotmans, Jan; Schot, Johan: Transitions to Sustainable Development. New Directions in the Study of Long-Term Transformative Change, 9-101. New York, NY: Routledge. ISBN: 9780203856598
- Gehl, Jan (2015): Städte für Menschen. Berlin: JOVIS Verlag, ISBN 978386859356.

Quellenverzeichnis

- General-Anzeiger (2022): Traut euch, Ratspolitiker!“ Kommentar zur Bonner Seilbahn vom 09.03.2022. https://ga.de/bonn/stadt-bonn/kein-buergerentscheid-bonner-rat-muss-selbst-ueber-seilbahn-entscheiden_aid-66995735
- GEO (2024): Giftige Zusätze: Reifenabrieb in Blattgemüse nachgewiesen. Beitrag vom 06.06.2024. <https://www.geo.de/natur/oekologie/reifenabrieb-in-gemuese-nachgewiesen-34773674.html>
- George, Alexander; Bennett, Andrew (2004): Case studies and theory development in the social sciences. Cambridge MA: MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262572224/case-studies-and-theory-development-in-the-social-sciences/>
- German Zero (2022): Vom Wollen zum Können. Warum 560 Städte und Gemeinden Klimaschutz als Pflichtaufgabe(n) fordern. Pressemitteilung vom 13.09.2022. <https://german-zero.de/blog/klimaschutz-als-pflichtaufgabe>
- Germanwatch e.V. (Hrsg.) (2023): Jugendforderungen zur Überarbeitung der NRW-Nachhaltigkeitsstrategie. Bonn/Berlin. https://www.germanwatch.org/sites/default/files/Mitmischen-NRW_Jugendforderungen.pdf
- Gersdorff, Anna Milena (2020): Journal Ranking – Wie und wo Zeitschriften gerankt werden. Beitrag vom 08.12.2020. <https://gwriters.de/blog/journal-ranking>
- Gertz, Carsten; Werner, Lennard (2022): 3.3.9.6 Von der Stadt der kurzen Wege zur 15-Minuten-Stadt – Wandel und Umsetzung eines Leitbilds. In: Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung, 93. Ergänzungslieferung, 3.3.9.6., VDE Verlag: Berlin.
- Geuther, Gudula; Fiebig, Peggy; Pastoors, Tobias (2021): Erfolgreiche Klimaklagen: Deutsches Klimagesetz in Teilen verfassungswidrig. Beitrag vom 30.04.2021 auf Deutschlandfunk.de. <https://www.deutschlandfunk.de/erfolgreiche-klimaklagen-deutsches-klimagesetz-in-teilen-100.html>
- Giddens, Anthony (1984): Die Konstitution der Gesellschaft. Grundzüge einer Theorie der Strukturierung. Frankfurt am Main und New York: Campus Verlag. ISBN 9783593347448
- Global Nature Fund; Bodensee Stiftung (2021): No Microplastics, just waves. Faktenblatt zu Mikroplastikemissionen durch Autoreifen. Publikation im Rahmen des Projekts “LIFE Blue Lakes“. <https://www.globalnature.org/bausteine.net/f/10044/Blue-Lakes-Faktenblatt-Mikroplastik-Reifen-DE.pdf?fd=0>
- Göpel, Maja (2016): The Great Mindshift. How a New Economic Paradigm and Sustainability Transformations go Hand in Hand. SpringerOPEN und Wuppertal Institut. DOI 10.1007/978-3-319-43766-8. Open access: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-43766-8.pdf>
- Gössling, Stefan (2016): Urban transport justice. Journal of Transport Geography 54, S. 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.05.002>
- GPF – Global Policy Forum (2023): Halbzeitbilanz der Agenda 2030. Die globalen Nachhaltigkeitsziele auf dem Prüfstand. Bonn: Global Policy Forum. <https://www.globalpolicy.org/sites/default/files/download/Halbzeitbilanz%20der%20Agenda%202030.pdf>
- Grießhammer, Rainer; Brohmann, Bettina (2015): Wie Transformationen und gesellschaftliche Innovationen gelingen können. Öko-Institut e.V., Freiburg. Herausgegeben vom Umweltbundesamt, UFOPLAN-Vorhaben – FKZ 371211103, Dessau-Roßlau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/wie_transformationen_und_gesellschaftliche_innovationen_gelingen_koennen.pdf

Quellenverzeichnis

- Grin, John; Rotmans, Jan; Schot, Johan (2010): Introduction: From persistent problems to system innovations and transitions. In John Grin; Jan Rotmans, & Johan Schot (Hrsg.), Transitions to sustainable development. New directions in the study of long-term transformative change (S. 1–8). New York, NY: Routledge. ISBN 9780415898041
- Gröne, Katharina; Liedke, Christa (2022): Die Große Transformation in Gang setzen – ein Gemeinschaftswerk! In: futur2, 1/2022, <https://www.futur2.org/article/die-grosse-transformation-in-gang-setzen-ein-gemeinschaftswerk/>
- Gruber, Nicolas; Clement, Dominic; Carter, Brendan R.; Reely, Richard A.; van Heuven, Steven; Hoppema, Mario; Ishii, Masao; Key, Robert M.; Kozyr, Alex [...] Wanninkhof, Rik (2019): The oceanic sink for anthropogenic CO₂ from 1994 to 2007. In: Science Vol 3363, Nr. 6432, S. 1193-1199. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aau5153>
- Grundwald, Armin; Kopfmüller, Jürgen (2012): Nachhaltigkeit. 2., aktualisierte Auflage. Frankfurt am Main: Campus Verlag. ISBN 978-3-593-39397-1
- Handelsblatt Disrupt (2022): Mobilitätsexpertin Katja Diehl: „Jeder sollte das Recht haben ein Leben ohne ein Auto führen zu können“. Beitrag vom 10.12.202. <https://katja-diehl.de/zu-gast-bei-handelsblatt-disrupt-jeder-sollte-das-recht-haben-ein-leben-ohne-ein-eigenes-auto-fuehren-zu-koennen-paywall/>
- Hans Böckler Stiftung (2024): Aufstieg des Rechtspopulismus: Erklärungsansätze und Analysen. Beitrag vom 10.06.2024. <https://www.boeckler.de/de/auf-einen-blick-17945-auf-einen-blick-rechtspopulismus-in-deutschland-37867.htm>
- Hardin, Garrett (1968): The Tragedy of the Commons. In: Science, Vol. 162, No. 3859, S. 1243-1248. <https://www.jstor.org/stable/1724745>
- Hart, Paul't (2014): Understanding public leadership. The Public Management and Leadership series. London: PALGRAVE. ISBN-13: 978-1352007459
- Heintz, Sebastian (2021): Leben in Kanadas 50-Grad-Dorf: „Die meisten bleiben tagsüber im Keller.“ Beitrag auf RedaktionsNetzwerk Deutschland, vom 30.06.2021 . <https://www.rnd.de/panorama/hitzerekord-in-kanada-wie-ist-die-lage-im-50-grad-dorf-lytton-PGGBNETZ2BGAH-KIWLAH2DZIWEE.html>
- Hennicke, Peter; Koska, Thorsten; Rasch, Jana; Reutter, Oscar; Seifried, Dieter (2021): Nachhaltige Mobilität für alle. Ein Plädoyer für mehr Verkehrsgerechtigkeit. Oekom Verlag: München. ISBN 978-3-9628-279-7.
- Hermann, Steffen (2023): Demokratischer Streit. Eine Phänomenologie des Politischen. Nomos: Baden-Baden. ISBN 978-3-7560-0646-5
- Hesse, Markus (1995): Verkehrswende: Ökologisch-ökonomische Perspektiven für Stadt und Region. Marburg: Metropolis-Verlag für Ökonomie, Gesellschaft und Politik GmbH: Marburg. ISBN 3-926570-62-8
- Hodson, Mike; Geels, Frank W.; McMeekin, Andy (2017): Reconfiguring Urban Sustainability Transitions, Analysing Multiplicity. Sustainability 9, 299; <https://doi.org/10.3390/su9020299>
- Hölscher, Katharina; Wittmayer, Julia M.; Loorbach, Derk (2018): Transition versus transformation: What's the difference? Environmental Innovation and Societal Transitions 27, 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2017.10.007>
- Holtmann, Everhard (1990): Kommunalpolitik im politischen System der Bundesrepublik. Aufbau, Aufgaben und Problemlagen. Beitrag vom 15.06.1990 auf Bundeszentrale für politische Bildung. Aus Politik und Zeitgeschichte (APuZ). <https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/archiv/535273/kommunalpolitik-im-politischen-system-der-bundesrepublik-aufbau-aufgaben-und-problemlagen/>

Quellenverzeichnis

- Holz-Rau, Christian (2018): Motorisierter Individualverkehr. In: ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung. Hannover. ISBN 978-3-88838-559-9 <https://www.arl-net.de/system/files/media-shop/pdf/HWB%202018/Motorisierter%20Individualverkehr.pdf>
- Holz-Rau, Christian; Zimmermann, Karsten; Follmer, Robert (2018): Der Modal Split als Verwirrspiel. In: Straßenverkehrstechnik 62(8), S. 539-550. In gekürzter Form online verfügbar als Zweitveröffentlichung in Stadtforschung und Statistik: Zeitschrift des Verbandes Deutscher Städtestatistiker, 3(2), S. 54-63: <https://d-nb.info/1243476486/34>
- Holz-Rau, Christian; Wachter, Isabelle; Feiertag, Patricia; Randelhoff, Martin; Scheiner, Joachim; Wächter, Laura; Zimmermann, Karsten (2022): Mobilitätswende – Wider den lähmenden Optimismus. Nachrichten der ARL 01/2022, 16-21.
- Horlings, LG (2015): The inner dimension of sustainability: personal and cultural values. In: Current Opinion in Environmental Sustainability, 14: 163-169. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.06.006>
- Horn, Eva (2020): Menschengeschichte als Erdgeschichte. Zeitskalen im Anthropozän. In: S. Rohmer & G. Toepfer (Hrsg.): Anthropozän – Klimawandel – Biodiversität: Transdisziplinäre Perspektiven auf das gewandelte Verhältnis von Mensch und Natur, S. 98-128. Karl Alber Verlag: Baden-Baden. https://anthropocene.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_anthropocene/Publications/Horn_MenschengeschichteErdgeschichte.pdf
- Howaldt, Jürgen; Jacobsen, Heike (2010): Soziale Innovation. Dortmunder Beiträge zur Sozialforschung. VS Verlag, Wiesbaden. ISBN 13: 9783531168241
- Human Rights Watch (2022): Deutschlands Run auf "kritische" Rohstoffe ist ein Problem für Menschenrechte. Beitrag vom 19.06.2023 von Juliane Kippenberg. <https://www.hrw.org/de/news/2023/06/19/deutschlands-run-auf-kritische-rohstoffe-ist-ein-problem-fuer-menschenrechte>
- Human Rights Watch (2024): China: Automobilkonzerne in Zwangsarbeit von Uiguren verwickelt. Beitrag vom 01.02.2024. <https://www.hrw.org/de/news/2024/02/01/china-carmakers-implicated-uyghur-forced-labor>
- Humboldt Universität zu Berlin (2013): Peer-Review-Verfahren. <https://www.ub.hu-berlin.de/de/bibliotheksglossar/peer-review-verfahren>
- Humpert, Franziska; Kadelke, Philipp; Möstl, Christian; Schad, Miriam; Sommer, Bernd (2021): Auf Kosten des Volkes. Rechtspopulistische Positionen zu Klima und Umwelt. Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. ISBN 978-3-00-069514-8 Flensburg/Dortmund: Europa-Universität Flensburg / Technische Universität Dortmund. <https://www.uni-flensburg.de/fileadmin/content/zentren/nec/dokumente/projekte/ponn/210625-aufkostendesvolkes-komplett-ansichtsdatei-doppelseiten.pdf>
- IDG – Inner Development Goals (Hrsg.) (o.J.): The Inner Development Goals Framework. <https://inner-developmentgoals.org/framework/>
- Ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (o.J.): TREMOD. <https://www.ifeu.de/methoden-tools/modelle/tremod/>
- IHKmagazin (2023): Autofreie Innenstadt – eine gute Idee? Beitrag vom 10.10.2023. <https://www.ihk-magazin.de/autofreie-innenstadt-eine-gute-idee/>
- IHK zu Leipzig – Industrie- und Handelskammer zu Leipzig; HWK zu Leipzig – Handwerkskammer zu Leipzig; Ingenieurkammer Sachsen (2019): Offener Brief an den Oberbürgermeister der Stadt Leipzig. Aktuelle Verkehrs- und Mobilitätspolitik in Leipzig. Offener Brief vom 15.02.2019. Leipzig. <https://www.l-iz.de/wp-content/uploads/2019/02/Offener-Brief-Mobilität-700plus.pdf>

Quellenverzeichnis

- Industrial Physics (o.J.): Wie werden Autoreifen hergestellt? <https://industrialphysics.com/de/wissen-basis/artikell/wie-werden-autoreifen-hergestellt/>
- Infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH; DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., IVT Research GmbH; infas 360 GmbH (2019a): Mobilität in Deutschland – MiD. Ergebnisbericht. Bonn: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.). https://www.mobilitaet-in-deutschland.de/archive/pdf/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf
- Infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH; DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., IVT Research GmbH; infas 360 GmbH (2019b): Mobilität in Deutschland (MiD) – Methodenbericht. Bonn: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.). https://www.mobilitaet-in-deutschland.de/archive/pdf/MiD2017_Methodenbericht.pdf
- Infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH; DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., IVT Research GmbH; infas 360 GmbH (2019d): Zeitreihenbericht 2002 – 2008 – 2017. https://www.mobilitaet-in-deutschland.de/archive/pdf/MiD2017_Zeitreibenbericht_2002_2008_2017.pdf
- INFRAS, ecoptima ag, kcw GmbH (2014): Partizipation in Verkehrsprojekten. Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI). Ohne Ortsangabe. https://www.infras.ch/media/filer_public/cb/e4/cbe4771f-e39c-4182-8c10-e67289423822/svi_handbuch_partizipation.pdf
- IÖW – Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (o.J.): Postwachstum – Auf der Suche nach neuen Lebens- und Wirtschaftsweisen. <https://www.ioew.de/frisch-im-ioew-fokus/postwachstum>
- IPBES – Zwischenstaatliche Plattform für Biodiversität und Ökosystemleistungen (2019): Das globale Assessment der biologischen Vielfalt und Ökosystemleistungen. Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio, H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneeth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis und C. N. Zayas (Hrsg.). IPBES-Sekretariat, Bonn, https://www.de-ipbes.de/files/IPBES%20GA_SPM_DE_2020.pdf
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2014) (Hrsg.): Transport. Authors: Sims, R., R., Schaeffer, F., Creutzig, X., Cruz-Núñez, M. D. D., Dimitriu, M. J., Figueroa Meza, L., Fulton, S., Kobayashi, O., Lah, A., McKinnon, P., Newman, M., Ouyang, J. J., Schauer, D., Sperling, G. & Tiwari. In: IPCC (2014): Climate change 2014: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, S. 599–670. Autor*innen: O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel, & J. C. Minx, Cambridge: Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter8.pdf
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2018): Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lon-ny, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (Hrsg.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, S. 3-24. <https://doi.org/10.1017/9781009157940.001>

Quellenverzeichnis

- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2022): Klimawandel 2022. Minderung des Klimawandels. Zusammenfassung für die politische Entscheidungsfindung. In: Klimawandel 2022: Minderung des Klimawandels. Beitrag der Arbeitsgruppe III zum Sechsten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley (Hrsg.)]. Deutsche Übersetzung https://www.de-ipcc.de/media/content/AR6-WGIII-SPM_deutsch_barrierefrei.pdf
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2023): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (Hrsg.)]. IPCC, Genf, Schweiz, S. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001, https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf
- IPCC – Deutsche Koordinierungsstelle (2023): Abbildungen AR6-WGI-SPM. <https://www.de-ipcc.de/360.php>
- IT.NRW – Information und Technik Nordrhein-Westfalen (2023): 4,9 Millionen Menschen pendelten in NRW 2022 zur Arbeit über ihre Gemeindegrenze. Pressemitteilung vom 08.11.2023. <https://www.it.nrw/millionen-menschen-pendeln-in-nrw-zur-arbeit>
- Jansen, Ulrich; Koska, Thorsten; Müller, Miriam; Schäfer-Sparenberg, Carolin (2016): Mobilität in Nordrhein-Westfalen. Situation und Zukunftsperspektiven. Rosa Luxemburg Stiftung (Hrsg.). https://www.rosalux.de/fileadmin/rls_uploads/pdfs/Studien/Studien_11-2016_Mobilität_in_NRW.pdf
- Janson, Matthias (2022): Mobilität: Die explosionsartige Vermehrung der Autos. <https://de-statista.com/infografik/28842/pkw-bestand-in-deutschland/>
- Jannsen, Nils (2019): Zur Bedeutung der Automobilindustrie für die deutsche Wirtschaft. In: Wirtschaftsdienst – Zeitschrift für Wirtschaftspolitik, 99. Jahrgang, Heft 7, S. 451-469. Zugriff online unter: <https://www.wirtschaftsdienst.eu/inhalt/jahr/2019/heft/7/beitrag/autindustrie-auf-dem-richtigen-weg.html>.
- Joeres, Annika (2023a): Dürre Zeiten in Südeuropa. Das Beispiel Frankreich. Artikel vom 07.07.2023 auf Bundeszentrale für politische Bildung (bpb), <https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/hitze-duerre-anpassung-2023/522827/duerre-zeiten-in-suedeuropa/>.
- Joeres, Annika (2023b): Ein bisschen Wasser für Tomaten, ein bisschen für Atomkraft. Artikel vom 22.04.2023 auf Zeit online, <https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2023-04/frankreich-duerre-wassermangel-strategie>
- Julke, Ralf (2022): Das Zeitalter der Städte: Warum Städte die entscheidende Rolle bei der Rettung unserer Zivilisation spielen. In: Leipziger Zeitung vom 16.01.2022. <https://www.l-iz.de/bildung/buecher/2022/01/das-zeitalter-der-staedte-warum-staedte-die-entscheidende-rolle-bei-der-rettung-unserer-zivilisation-spielen-429441>
- Karthäuser, Clarissa; Oshlies, Andreas; Schelten, Christiane (2019): Dem Ozean geht die Luft aus. In: Florian Neukirchen (Hrsg.): Die Folgen des Klimawandels, S. 257-274. Springer Spektrum: Wiesbaden. ISBN 978-3-662-59581-7
- KBA – Kraftfahrt-Bundesamt (2024): Jahresbilanz 2024. https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Jahresbilanz_Bestand/fz_b_jahresbilanz_node.html
- Kehrer, Andreas (2023): Wie schafft man die Demokratie ab, Herr Steinbeis? Beitrag vom 04.10.2023. <https://www.mdr.de/nachrichten/thueringen/projekt-demokratie-abschaffen-100.html>

Quellenverzeichnis

- Kemmler, Andreas; Wunsch, Aurel; Burret, Heiko (2021): Entwicklung des Bruttostromverbrauchs bis 2030. Berechnungsergebnisse aus dem Szenario 1. Kurzpapier. Fraunhofer ISI, Öko-Institut e.V., prognos. Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/E/prognos-bruttostromverbrauch-2018-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- Kenkmann, Tanja; Hesse, Tilman; Köhler, Benjamin; Loschke, Carmen; Paar, Angelika; Gugel, Benjamin; Dingeldey, Miriam; Dünnebeil, Frank; Bergk, Fabian; Hecker, Clemens; Kummel, Olivia; Rademacher, Eva; Hohmeyer, Olav (2022): Kommunales Einflusspotenzial zur Treibhausgas-minderung. Beitrag kommunaler Maßnahmen zum nationalen Klimaschutz. Auswirkungen flächendeckender strategischer Klimaschutzelemente und deren Potenzial für die NKI. UBA-Climate Change 48/2022. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc_48-2022_kommunales_einflusspotenzial_zur_treibhausgas-minderung.pdf
- King, Alexander; Schneider, Bertrand (1992): Die erste globale Revolution. Bericht zur Lage der Welt, zwanzig Jahr nach „Die Grenzen des Wachstums“. Horizonte: Frankfurt am Main. ISBN 13: 9783442124503
- Kingdon, John W. (1984): Agendas, Alternatives and Public Policies. Boston, MA: Little, Brown. ISBN-13: 978-0316493918
- Kirchheimer, Otto (1965): Politische Justiz. Auflage aus dem Jahr 2020. Europäische Verlagsanstalt: Hamburg. ISBN 978-3-86393-094-3
- Klimabündnis (o.J.): Beispiele zum Klimanotstand. <https://www.klimabuendnis.org/kommunen/klimanotstand.html>
- Knieps, Günter (2007): Netzökonomie. Grundlagen – Strategien – Wettbewerbspolitik. Gabler Verlag: Wiesbaden. ISBN 978-3-8349-0107-1. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-8349-9231-4>
- Knoflacher, Hermann (1996): Zur Harmonie von Stadt und Verkehr. Freiheit vom Zwang zum Autofahren. Weimar: Böhlau. ISBN 3-205-98586-9.
- Köhler, Jonathan; Geels, Frank W.; Kern, Florian; Markard, Jochen; Onsongo, Elsie; Wieczorek, Anna; Alkemade, Floortje; Avelino, Flor; Bergek, Anna; Boons, Frank; Fünfschilling, Lea; Hess, David; Holtz, Georg; Hyysalo, Sampsa; Jenkins, Kirsten; Kivimaa, Paula; Martiskainen, Mari; McMeekin, Andrew; Mühlemeier, Marie Susan; Nykvist, Bjorn; ... Wells, Pater (2019): An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions. Environmental Innovation and Societal Transitions, 31, 1–32. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.01.004>
- Kollock, Peter (1998): Social Dilemmas: The Anatomy of Cooperation. Annual Review of Sociology. 24 (1), S. 183–214. <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.soc.24.1.183>
- konzeptwerk neue Ökonomie; Fairbindung (o.J.): Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) – Die zwei Seiten der Medaille. https://www.endlich-wachstum.de/wp-content/uploads/2015/09/Kapitel-1_Medaillen_BIP.pdf
- Koska, Thorsten; Jansen, Ulrich; Reutter, Oscar; Schäfer-Sparenberg, Carolin; Spitzner, Meike; Ulrich, Alina (2020): Praxis kommunale Verkehrswende – Ein Leitfaden. Heinrich-Böll-Stiftung (Hrsg.), Band 47 der Schriftenreihe Ökologie. Berlin. https://epub.wupperinst.org/front-door/deliver/index/docId/7537/file/7537_Verkehrswende.pdf
- Krautwig, Thomas (2022): Ist die planetare Grenze für Luftverschmutzung überschritten? Helmholtz Klima Initiative. <https://helmholtz-klima.de/planetare-grenzen-luft-aerosole>

Quellenverzeichnis

- Krieger, Anja (2022): Süßwasser als planetare Grenze: Das blaue und das grüne Wasser. Helmholtz Klima Initiative. <https://helmholtz-klima.de/planetare-grenzen-wasser>
- Krieger, Anja; Krautwig, Thomas (2022): Planetare Grenzen: Wie die Ozonschicht gerettet wurde. Helmholtz Klima Initiative. <https://helmholtz-klima.de/planetare-grenzen-ozon>
- Kring; Franziska (2021): Ökozid als internationales Verbrechen: „Wir haben eine große Chance, ein Umdenken zu bewirken.“ Artikel vom 11.11.2021 auf Legal Tribute Online, <https://www.lto.de/recht/hintergruende/h/oekoqid-definition-erkennung-international-verb-chen-rom-statut-klimaschutz-erderwaermung-cop-26/>
- Kristof, Kora (2016): Erfolgsbedingungen von Veränderungsprozessen – Ansatzpunkte für Change Agents. In: Ökologisches Wirtschaften 1.2016 (31), 46-50. DOI 10.14512/OEW310146
- Kristof, Kora (2020): Wie Transformation gelingt. Erfolgsfaktoren für den gesellschaftlichen Wandel. oekom Verlag: München. ISBN: 978-3-96238-132-5
- Kuhn, Harold William; Tucker, Albert William (1950): Contributions to the Theory of Games, Volume I, Annals of Mathematics Studies 24 (1). Princeton: Princeton University Press. ISBN: 9780691079349
- Kühne, Benjamin (2018): Bürger/innen an der Verkehrsplanung beteiligen. Beitrag vom 20.12.2018 für die Heinrich Böll Stiftung. <https://www.boell.de/de/2018/12/19/buerger-der-verkehrsplanung-beteiligen>
- Kurmayer, Nikolaus J. (2024): Energiewende: EU warnt vor „sehr gefährlicher“ Abhängigkeit von China. Beitrag vom 18.04.2024 auf EURACTIV Deutschland. <https://www.euractiv.de/section/energie-und-umwelt/news/energiewende-eu-warnt-vor-sehr-gefaehrlicher-abhaengigkeit-von-china/>
- Lamprecht, Thomas (2017): Die Beziehungen zwischen der Automobilindustrie und der Politik – Wie wir Einfluss genommen und welche Regulierungsmöglichkeiten bestehen? Dissertation an der Freien Universität Berlin. https://refubium.fu-berlin.de/bitstream/handle/fub188/1288/Dissertation_Lamprecht.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Landeshauptstadt Stuttgart (o.J.): Der Wärmeinseleffekt (UHI). Amt für Umweltschutz, Abteilung Stadtklimatologie. https://www.stadtklima-stuttgart.de/index.php?klima_waermeinsel
- Landesregierung NRW (Hrsg.) (2016): Nachhaltigkeitsstrategie für Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. <https://nachhaltigkeit.nrw.de/fileadmin/Dokumente/nrw-nachhaltigkeitsstrategie-2016.pdf>
- Landesregierung NRW (Hrsg.) (2020): Die globalen Nachhaltigkeitsziele konsequent umsetzen. Weiterentwicklung der Strategie für ein nachhaltiges Nordrhein-Westfalen. https://broschueren-service.nrw.de/munv/files?download_page=0&product_id=2165&files=5/2/521b18bddd933c9c3e62f816decc453f.pdf
- Landschaftsverband Westfalen-Lippe (o.J.): Hoheitsrechte der Gemeinden in NRW. https://www.lwl.org/steinmobil/pdf/baustein3/info303_Schaubild_Hoheitsrechte_Gemeinde.pdf
- Lawrence, Judy; Blackett, Paula; Cradock-Henry, Nicholas A. (2020): Cascading climate change impacts and implications. In: Climate Risk Management 29, 100234. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2020.100234>
- Leggewie, Claus (2015): Wie tot ist die „Charta von Athen“? Zur Unöffentlichkeit unserer Städte. Informationen zur Raumentwicklung, Heft 4, S. 361-368. <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/izr/2015/4/Inhalt/downloads/dl-leggewie.pdf?blob=publicationFile&v=2>

Quellenverzeichnis

- Lehming, Malte (2023): Warum sind rechte Parteien so erfolgreich? Ohnmacht ist der Zwilling von Wut. Beitrag vom 31.05.2024 auf [tagesspiegel.de](https://www.tagesspiegel.de/meinung/warum-sind-rechte-parteien-so-erfolgreich-ohnmacht-ist-der-zwilling-von-wut-9900461.html). <https://www.tagesspiegel.de/meinung/warum-sind-rechte-parteien-so-erfolgreich-ohnmacht-ist-der-zwilling-von-wut-9900461.html>
- Leitschuh, Heike; Brunnengräber, Achim; Ibisch, Pierre L.; Loske, Reinhard; Müller, Michael; Sommer, Jörg; Weizsäcker, Ernst-Ulrich (2022): Einleitung: Die Stadt im Anthropozän. In: Ebd., Jahrbuch Ökologie 2022: Das Zeitalter der Städte. Die entscheidende Kraft im Anthropozän, S. 11-22. Hirzel Verlag GmbH: Stuttgart. ISBN 978-3-7776-3032-8
- Lenton, Timothy M.; Held, Hermann; Kriegler, Elmar; Hall, Jim W.; Lucht, Wolfgang; Rahmsdorf, Stefan; Schellnhuber, Hans Joachim (2007): Tipping elements in the Earth's climate system. *PNAS* 105 (6), S. 1786-1793. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0705414105
- Lenton, Timothy M.; Rockström, Johan; Gaffney, Owen; Rahmstorf, Stefan; Richardson, Katherine; Steffen, Will; Schellnhuber, Hans Joachim (2019): Climate tipping points – too risky to bet against. *Nature* 575, 592-595, doi: <https://doi.org/10.1038/d41586-019-03595-0>
- Lenton, T. M.; Xu, Chi; Abrams, Jesse F.; Ghadiali, Ashish; Loriani, Sina; Sakschewski, Boris; Zimm, Caroline; Ebi, Kristie L.; Dunn, Robert R.; Svenning, Jens-Christian; Scheffer, Marten (2023): Quantifying the human cost of global warming. *Nature Sustainability* 6, 1237-1247. <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01132-6>
- Lindblom, Charles E. (1965). *The Intelligence of Democracy: Decision Making Through Mutual Adjustment*. New York: Free Press. ISBN: 9780029191200
- Loorbach, Derk; Frantzeskaki, Niki; Avelino, Flor (2017): Sustainability transitions research: Transforming science and practice of societal change. *Annual Review of Environment and Resources*, 42(1), 599-626. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102014-021340>
- Löw, Martina (2008): Eigenlogische Strukturen – Differenzen zwischen Städten als konzeptuelle Herausforderung. In: Berking, Helmuth; Löw, Martina (Hrsg.) (2008): *Die Eigenlogik der Städte. Neue Wege für die Stadtforschung*, S. 33-54. Campus Verlag GmbH: Frankfurt/New York.
- Lozán, J. L.; Breckle, S.-W.; Grassi, H.; Kasang, D.; Matzarakis, A. (2019): Städte im Klimawandel. Aus: *GEO Wissenschaftliche Auswertungen (2019): Warnsignal Klima: Die Städte (2019)*. Herausgegeben von J.L. Lozán, S.-W. Brecke, H.Graßl, W. Kuttler, A. Matzarakis. [https://www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de/wp-content/uploads/pdf/de/einfuehrung/Einfuehrung-Staedte_im_Klimawandel-\(2019\).pdf](https://www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de/wp-content/uploads/pdf/de/einfuehrung/Einfuehrung-Staedte_im_Klimawandel-(2019).pdf)
- Lübbbers, Annette (2023): Autofreie Innenstadt – ein Modell für deutsche Städte? Beitrag vom 22.08.2023 auf KOMMUNAL. <https://kommunal.de/mobilitaet-autofrei-umwelt-kommunen>
- Lucht, Wolfgang; Werner, Constanze; Gerten, Dieter (2021): Planetare ökologische Grenzen einhalten: Nordrhein-Westfalen in der Klima- und Umweltkrise. https://broschuerenservice.justiz.nrw/munv/files?download_page=0&product_id=2142&files=3/1/310d021554d6ab9d7d88988847c624b1.pdf
- Mau, Steffen; Lux, Thomas; Westheuser, Linus (2023): *Triggerpunkte: Konsens und Konflikt in der Gegenwartsgesellschaft*. Suhrkamp: Berlin. ISBN: 978-3518029848
- Max-Planck-Gesellschaft (2018): Luftverschmutzung – eine unterschätzte Todesursache. Beitrag vom 30.06.2018. <https://www.mpg.de/12116326/luftverschmutzung-luftschadstoffe-sterblichkeit>
- Max-Planck-Institut für Chemie (2019): Luftverschmutzung verkürzt das Leben der Europäer um rund zwei Jahre. https://www.mpg.de/14221875/mpic_jb_2019

Quellenverzeichnis

- Maxwell, S. L., Milner-Gulland, E. J., Jones, J. P. G., Knight, A. T., Bunnefeld, N., Nuno, A., Bal, P., Earle, S., Watson, J. E. M., & Rhodes, J. R. (2015): Being smart about SMART environmental targets. *Science*, 347(6226), 1075–1076. <https://science.sciencemag.org/content/347/6226/1075>
- Meadowcroft, James (2007): Who is in Charge here? Governance for Sustainable Development in a Complex World. *Journal of Environmental Policy & Planning* 9(3-4), S. 299-314. <http://dx.doi.org/10.1080/15239080701631544>
- Meadows, Dennis; Meadows, Donella; Zahn, Erich; Milling, Peter (1972): Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. 15. Auflage 1990. Deutsche Verlags-Anstalt: Stuttgart. ISBN 3-421-02633-5
- Meadows, Donella H. (o.J.): Die Grenzen des Denkens. Wie wir sie mit System erkennen und überwinden können. In: Wright, Diana (Hrsg.) (2019): Donella H. Meadows – Die Grenzen des Denkens. Originalausgabe veröffentlicht vom Sustainability Institute (o.J.). oekom Verlag: München. ISBN-13: 978-3865811998
- Meadows, Donella (1999): Leverage Points. Places to Intervene in a System. Sustainability Institute: Hartland. https://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Leverage_Points.pdf
- Meadows, Donella; Randers Jørgen; Meadows, Dennis (2007): Grenzen des Wachstums – Das 30-Jahre Update. Signal zum Kurswechsel. 2. ergänzte Auflage. S. Hirzel Verlag: Stuttgart. ISBN: 978-3777613840
- Mehnert, Wenzel (o.J.): Zukünfte entwerfen. Wie wir (anders) über Zukunft denken. Kompetenzzentrum Kultur- und Kreativwirtschaft des Bundes. Berlin. <https://kreativ-bund.de/zukuenfte-entwerfen/wie-wir-anders-ueber-zukunft-denken>
- Messner, Dirk (2015): A social contract for low carbon and sustainable development: Reflections on non-linear dynamics o social realignment and technological innovations in transformation processes. *Technological Forecasting and Social Change* 98: 260-270. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.05.013>
- Messner, Dirk; Mathar, Ursula; Hochfeld, Christian (2019): Empfehlungen an den Staatssekretärsausschuss Nachhaltige Entwicklung von der Arbeitsgruppe “Mobilität“ der Wissenschafts-plattform Nachhaltigkeit 2030. WPN 2030 – Wissenschaftsplattform Nachhaltigkeit 2030. Potsdam. https://www.wpn2030.de/wp-content/uploads/2019/12/Empfehlungen-AG-Mobilität_Wissenschaftsplattform.pdf
- Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (2023): Drei Vorreiterkommunen denken den Mobilitätspass weiter. Pressemitteilung vom 09.11.2023. <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/drei-vorreiterkommunen-denken-den-mobilitaetspass-weiter>
- Miörner, Johan; Binz, Christian (2021): Towards a multi-scalar perspective on transition trajectories. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 40, 172-188. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.06.004>
- Mölders, Tanja; Levin-Keitel, Meike (2022): Umkämpfte Wissensformen der räumlichen Transformation. Zur Rolle und Bedeutung planerischen Wissens. In: *Nachrichten der ARL* 01/2022, S. 27-30. https://www.arl-net.de/system/files/media-shop/pdf/nachrichten/2022-1/06_moelders_levin-keitel.pdf
- Monheim, Heiner; Monheim-Dandorfer, Rita (1990): Straßen für alle. Rasch und Röhring: Hamburg. ISBN: 3891363680

Quellenverzeichnis

- Müller, Miriam (2017a): Systematische Analyse ausgewählter Handlungsfelder und Identifikation konkreter Handlungsansätze im Handlungsfeld Nahmobilität. Bericht zum AP 4.3.3 im Rahmen des Zuwendungsprojekts „Konzeptionelle Analysen und Überlegungen zur Ausgestaltung einer Nachhaltigkeitsstrategie NRW aus wissenschaftlicher Sicht. Wuppertal: Wuppertal Institut. https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/NHS NRW AP4-3-3_Handlungsansaeetze_Nahmobilitaet.pdf
- Müller, Miriam (2017b): 5.5 Verkehr: Modal Split. In: Regionalverband Ruhr (RVR) (Hrsg.): Bericht zur Lage der Umwelt in der Metropole Ruhr 2017, S. 64-69. Essen. https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Umwelt_Oekologie/Umweltbericht/2017_Umweltbericht_Ruhr.pdf
- Müller, Miriam (2017c): Alternative Ökonomien im Bedürfnisfeld Mobilität. In: Wuppertal Institut (Hrsg.) (2017): Analyse von Ansätzen der Alternativen Ökonomie: Nachhaltigkeitswirkungen und Handlungsbedarf für die Landespolitik NRW – Explorative Analyse, S. 47-135. Wuppertal: Wuppertal Institut. https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/NHS NRW AP10_Analyse_Alternative_Oekonomie.pdf
- Müller, Miriam (2020): Die Verkehrswende im Personenverkehr durch Verkehrsverlagerung gestalten. Oder: Was können wir von den Transformationsprozessen in den Städten Bremen, Karlsruhe und Leipzig lernen? Unveröffentlichter Endbericht an die ADAC Stiftung zur internen Nutzung. Wuppertal: Wuppertal Institut.
- Müller, Miriam (2023): Vorgehensvorschlag zur Auswahl von Zielen und Indikatoren für die Weiterentwicklung der Nachhaltigkeitsstrategie NRW. Forschungsbericht im Forschungsprojekt „Nachhaltigkeitsindikatorik NRW – Analyse der Möglichkeiten zur Weiterentwicklung aus wissenschaftlicher Sicht“. Wuppertal Institut: Wuppertal. https://wupperinst.org/fileadmin/redaktion/downloads/projects/INDIKA NRW FM1_Vorgehensvorschlag.pdf
- Müller, Miriam (2024): Klimaschutz und Klimaanpassung als einander ergänzende Strategien nutzen. In: Wuppertal Institut (Hrsg.): Klimafolgeanpassung: gutes Lebe in einer sich rasant verändernden Welt absichern, S. 43-50. Zukunftsimpuls Nr. 28 von Juni 2024. https://wupperinst.org/fileadmin/redaktion/downloads/publications/ZI28_Klimafolgeanpassung.pdf
- Müller, Miriam (2024, unveröffentlicht, da noch im Review-Prozess): Moving cities forward – Better understanding reconfigurative pathway creations in urban mobility using whole systems analysis and ‚urban landscapes‘. Eingereicht beim Journal of Environmental Innovation and Societal Transitions.
- Müller, Miriam; Reutter, Oscar (2017): Vision development towards a sustainable North Rhine-Westphalia 2030 in a science-practice-dialogue. Sustainability, 9(7), 1111. <https://doi.org/10.3390/su9071111>
- Müller, Miriam, & Reutter, Oscar (2020): Benchmark: Climate and environmentally friendly urban passenger transport – The concepts of the European Green Capitals 2010-2020. World Transport Policy and Practice, 26(2), 21–43. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7501/file/7501_Mueller.pdf
- Müller, Miriam; Reutter, Oscar (2022): Course change: Navigating urban passenger transport toward sustainability through modal shift. International Journal of Sustainable Transportation, Vol. 16(8), 719-743, <https://doi.org/10.1080/15568318.2021.1919796>
- Müller, Miriam; Bauer, Helena; Bickel, Manuel; Esken, Andrea; Haake, Hans; Hennes, Lena; Nanning, Sabine; Schnurr, Birte; Sebis, Giacomo; Treude, Mona (2024): Vorschläge für Ziele und Indikatoren für die Weiterentwicklung der NRW-Nachhaltigkeitsstrategie. Noch nicht veröffentlichter Forschungsbericht im Forschungsprojekt „INDIKA NRW – Nachhaltigkeitsindikatorik NRW: Analyse der Möglichkeiten zur Weiterentwicklung aus wissenschaftlicher Sicht, <https://wupperinst.org/p/wi/p/s/pd/2296>. Wuppertal: Wuppertal Institut.

Quellenverzeichnis

- Müller, Miriam; Reutter, Oscar; Arnold, Karin; Bierwirth, Anja; Esken, Andrea; März, Steven; Pastowski, Andreas; Wagner, Oliver (2021): Transformation zur „Grünsten Industrieregion der Welt“ – aufgezeigt für die Metropole Ruhr. Wuppertal: Wuppertal Institut. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7921/file/7921_Gruenste_Industrieregion.pdf
- Naßmacher, Hiltrud; Naßmacher, Karl-Heinz (2007): Kommunalpolitik in Deutschland. 2. Auflage. VS Verlag für Sozialwissenschaften/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden. ISBN: 978-3-531-15211-0
- Nawothnig, Lotte; Best, Benjamin; Sachs, Wolfgang; Fishedick, Manfred (2023): Einführung: Suffizienz – die Strategie für ein gutes Leben für alle. In: Wuppertal Institut (Hrsg.): Suffizienzpolitik als Booster zum Erreichen der Klimaschutzziele. Wuppertal. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/8475/file/ZI27_Suffizienzpolitik.pdf
- Neidhardt, Friedhelm; Mayntz, Renate; Weingart, Peter; Wengenroth, Ulrich (2008): Wissensproduktion und Wissenstransfer – Zur Einleitung. In: Neidhardt, Friedhelm; Mayntz, Renate; Weingart, Peter; Wengenroth, Ulrich (2008): Wissensproduktion und Wissenstransfer. Wissen im Spannungsfeld von Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit, S. 19-37. Bielefeld: transcript Verlag. ISBN 978-3-89942-834-6.
- Netz, Hartmut (2022): Fragmentierte Lebensräume. Wie der Verkehr der Natur zusetzt. In: „Naturschutz heute“ 3/2022, online abrufbar auf <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/verkehr/verkehrsinfrastruktur/32149.html>
- Newell, Peter; Mulvaney, Dustin (2013): The political economy of the ‘just transition’. The Geographical Journal, Vol. 179 (2), S. 132-140. <https://rgs-ibg.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/geoj.12008>
- OECD - Organization for Economic Co-operation and Development (2024a): Members and partners. <https://www.oecd.org/en/about/members-partners.html>
- OECD - Organization for Economic Co-operation and Development (2024b): Population. <https://data.oecd.org/pop/population.htm>
- OECD DAC – Organisation for Economic Co-operation and Development, Development Assistance Committee (2001): The DAC Guidelines: Strategies for Sustainable Development: Guidance for Development Cooperation, Development Cooperation Committee, Paris: OECD. https://www.oecd-ilibrary.org/development/strategies-for-sustainable-development_9789264194762-en
- Öko-Institut (Hrsg.) (2020): Gegen Mikroplastik hilft nur Vermeidung. Pressemitteilung vom 09.01.2020. <https://www.oeko.de/news/pressemeldungen/gegen-mikroplastik-hilft-nur-vermeidung/>
- Öko-Institut (Hrsg.) (2021): Klimafreundliche Produktion in der Automobilindustrie. Kurzstudie im Auftrag der Bundestagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen. Autor*innen: Carl-Otto Gensch, Kevin Stuber-Rouselle, Sofie Hovmand, Rainer Grießhammer. Freiburg. https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag_de/themen_az/mobilitaet/pdf/Kurzstudie_Klimaschutzstrategien_Automobilindustrie_Endfassung.pdf
- Ostrom, Elinor (1990): Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 0-521-40599-8
- Ott, Konrad (2016): Starke Nachhaltigkeit. In: Ott, Konrad, Dierks, Jan, Voget-Kleschin, Lieske (Hrsg.): Handbuch Umweltethik, S. 190-195. J.B. Metzler, Stuttgart. https://doi.org/10.1007/978-3-476-05193-6_30
- Otto, Friederike (2017): Attribution of Weather and Climate Events. Annual Review of Environment and Resources 42: 627-646. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102016-060847>

Quellenverzeichnis

- Otto, Ilona M.; Donges, Jonathan F.; Cremades, Roger; Schellnhuber, Hans Joachim (2020): Social tipping dynamics for stabilizing Earth's climate by 2050. PNAS 117 (5), 2354-2365, <https://doi.org/10.1073/pnas.1900577117>
- Pauly, Daniel (1995): Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. In: Burnside, William R.; Pulver, Simone; Fiorella, Kathryn J.; Avolio, Meghan L., Alexander, Steven M. (2022): Foundations of Socio-Environmental Research: Legacy Readings with Commentaries, S. 512. Cambridge University Press: Cambridge. 2022. <https://www.cambridge.org/core/books/abs/foundations-of-socioenvironmental-research/daniel-pauly-1995/9501C9C8D9EA95F7E91362F46CD9BOCA>
- Payne, Tom (2015): Imitate to Innovate: How Vitoria-Gasteiz Addresses 21st Century Urban Challenges. Artikel vom 22.07.2015. https://thisbigcity.net/imitate-innovate-vitoria-gasteiz-shows-how-cities-address-21st-century-challenges/#google_vignette
- Pesch, Udo; Vernay, Anne-Lorène; van Bueren, Ellen; Iverot, Sofie Pandies (2017): Niche entrepreneurs in urban systems integration: On the role of individuals in niche formation. Environment and Planning A, Vol. 49(8), 1922-1942. <https://doi.org/10.1177/0308518X17705383>
- Pfeifer, Hans (2023): Rechter Höhenflug in Deutschland – die AfD und das Klima. Beitrag vom 31.05.2023. <https://www.dw.com/de/rechter-hoehenflug-in-deutschland-die-afd-und-das-klima/a-65782261>
- PIK – Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (2024): Planetare Grenzen – Ein sicherer Handlungsraum für die Menschheit. <https://www.pik-potsdam.de/de/produkte/infothek/planetare-grenzen/planetare-grenzen>
- Pistner, Christoph; Englert, Matthias; Küppers, Christian; von Hirschhausen, Christian; Wealer, Ben; Steigerwald, Björn; Donderer, Richard (2021): Sicherheitstechnische Analyse und Risikobewertung einer Anwendung von SMR-Konzepten (Small Modular Reactors). Studie von Öko-Institut e.V., TU-Berlin, Fachgebiet Wirtschafts- und Infrastrukturpolitik (WIP), Physikerbüro Bremen. Berlin: Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) (Hrsg.). https://www.base.bund.de/SharedDocs/Downloads/BASE/DE/berichte/kt/gutachten-small-modular-reactors.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- Pörtner, H.-O.; Arnetz, Scholes, R.J.; Arnetz, A.; Barnes, D.K.A. [...] Val, A.L. (2023): Overcoming the coupled climate and biodiversity crises and their societal impacts. Science Sustainability 380, 6642, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abl4881>
- Putnam, Robert D. (1995): Bowling alone: America's Declining Social Capital. Journal of Democracy, Januar 1995, S. 65-78. <https://www.tesd.net/cms/lib/pa01001259/centricity/domain/1114/bowlingalone.pdf>
- Putnam, Robert D.; Leonardi, Robert; Nanetti, Raffaella Y. (1993): Making democracy work: Civic traditions in modern Italy. Princeton, NJ: Princeton University Press. https://dl1.cuni.cz/plugin-file.php/408189/mod_resource/content/1/Uvod%20Robert%20D%20Putnam%20-Making%20democracy%20work%20%20civic%20traditions%20in%20modern%20Italy.pdf
- Rabhansl, Christian (2019): „Raus aus der Komfortzone“ – Aufruf zum Kampf um die Demokratie. Artikel vom 28.09.2019 auf Deutschlandfunk Kultur. <https://www.deutschlandfunkkultur.de/aufruf-zum-kampf-um-die-demokratie-raus-aus-der-komfortzone-100.html>
- Radermacher, Franz Josef (2015): Die Rolle der Stadt im Ringen um eine nachhaltige Entwicklung. In: Informationen zur Raumentwicklung, Heft 4.2015, S. 333-342. https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/izr/2015/4/Inhalt/downloads/dl-radermacher.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Quellenverzeichnis

- Rammer, Christian (2017): Deutsche Autoindustrie: Ein politisch-industrieller Komplex? In: ifo Schnell- dienst 18/2017: Abgasskandal, Kartellverdacht, Zulassungsverbot: Deutsche Autoindustrie im Verruf – was folgt für den Standort Deutschland? 70. Jahrgang, S. 3-4.
<https://www.ifo.de/DocDL/sd-2017-18-2017-09-28.pdf>
- Rammler, Stephan (2017): Volk ohne Wagen. Streitschrift für eine neue Mobilität. Fischer Verlag GmbH: Frankfurt a.M.. ISBN 978-3-596-29862-4
- Raven, Raven; Schot, Johan; Berkhout, Frans (2012): Space and scale in socio-technical transitions. Environmental Innovation and Societal Transitions, 4, 63–78.
<https://doi.org/10.1016/j.eist.2012.08.001>.
- Raworth, Kate (2012): A Safe and Just Space for Humanity: Can We Live within the Doughnut? Oxfam Discussion Papers. https://www-cdn.oxfam.org/s3fs-public/file_attachments/dp-a-safe-and-just-space-for-humanity-130212-en_5.pdf
- Raworth, Kate (2017): Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st Century Economist. Random House: New York. ISBN: 978-1847941374
- Raworth, Kate (2018): Die Donut-Ökonomie: Endlich ein Wirtschaftsmodell, das den Planeten nicht zerstört. Hanser: München. ISBN-10: 3446258450
- Reichow, Bernhard (1959): Die autogerechte Stadt – Ein Weg aus dem Verkehrs-Chaos. Ravensburg: Otto Maier Verlag.
- Reidl, Andrea (2016): Verkehrsrebell im schwarzen Anzug. Artikel vom 25.04.2016.
<https://www.zeit.de/mobilitaet/2016-04/fahrad-verkehrspolitik-heinrich-stroessen-reuther-berlin>
- Reimer, Nick (2024): Einfluss der Autobranche auf Klimaschutz. Lobbyisten auf der Überholspur. Beitrag vom 08.01.2024 auf taz.de. <https://taz.de/Einfluss-der-Autobranche-auf-Klimaschutz/!5982041/>
- Reutter, Oscar (2010): Besser! Anders! Weniger! Klimaschutz durch Minderung der Treibhausgasemissionen als Herausforderung für Stadtentwicklung und Stadtverkehr. In: Dynamik + Wandel: die Entwicklung der Städte am Rhein 1910-2010, S. 176-185.
- Reutter, Oscar (2017): Autofreie Innenstadt Wuppertal Elberfeld. Ein Leitbild für die Verkehrswende im Stadtteil. <https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6787/file/ImpW10.pdf>
- Reutter, Oscar, Müller, Miriam, Jansen, Ulrich, Schwarze, Björn, Spiekermann, Klaus, Wegener, Michael, Huber, Felix, Brosch, Kristine (2017): Städte und Klimawandel: Maßnahmensteckbriefe. Wuppertal/Dortmund: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Spiekermann & Wegener Stadt- und Regionalforschung, Bergische Universität Wuppertal.
https://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/EWR_Ruhrgebiet_Steckbriefe_061217.pdf
- Reutter, Oscar; Berg, Holger; Büttgen, Alexandra; Fishedick, Manfred; Müller, Miriam; Treude, Mona; Welfens, Maria J. (2015): Nachhaltiges Nordrhein-Westfalen 2030 – Das Leitbild. Bericht zum AP 8.1 im Rahmen des Zuwendungsprojekts „Konzeptionelle Analysen und Überlegungen zur Ausgestaltung einer Nachhaltigkeitsstrategie NRW aus wissenschaftlicher Sicht. Wuppertal: Wuppertal Institut. https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/NHS_NRW_AP8-1_Leitbild.pdf
- Reutter, Oscar; Müller, Miriam; Schwarze, Björn; Spiekermann, Klaus; Wegener, Michael; Huber, Felix; Brosch, Kristine (2018): Verkehr verlagern! Szenarioanalysen zu Modal-Shift-Potenzialen im Personenverkehr im Ruhrgebiet 2050. In: Straßenverkehrstechnik 1/2018, S. 7-18.
https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6951/file/6951_Reutter.pdf

Quellenverzeichnis

- Reutter, Oscar; Reutter, Ulrike (1996): Autofreies Leben in der Stadt: Autofreie Stadtquartiere im Bestand. Dissertation. Dortmund: Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur. ISBN: 3929797291
- Reutter, Oscar; Rudolph, Frederic; Koska, Thorsten (2016): Von der Auto-Stadt zu einer Stadt des Umweltverbunds. Zehn Leitlinien zur Verkehrswende in Wuppertal. Impulse zur Wachstumswende. Wuppertal Institut: Wuppertal. <https://wupperinst.org/a/wi/a/s/ad/3489>
- Richardson, Katherine; Steffen, Will; Lucht, Wolfgang; Bendtsen, Jørgen; Cornell, Sarah E.; Donges, Jonathan F.; Drüke, Markus et al. (2023): 'Earth beyond Six of Nine Planetary Boundaries'. *Science Advances* 9 (37): eadh2458. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>
- RKI – Robert Koch Institut (2013): Soziale Ungleichheit von Lärmbelästigung und Straßenverkehrsbelastung. Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland. Autor*innen: D. Laußmann, M. Haftenberger, T. Lampert, C. Scheidt-Nave. In: Bundesgesundheitsblatt 2013, 56, S. 822-831. Springer-Verlag: Berlin/Heidelberg. <https://e-doc.rki.de/bitstream/handle/176904/1492/29JYkyCxNN6.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- RKI – Robert Koch Institut (2024): The Lancet Public Health: Kürzere Lebenserwartung in benachteiligten Regionen – Ungleichheit hat in Deutschland in den letzten Jahrzehnten zugenommen. Beitrag vom 02.05.2024. https://www.rki.de/DE/Content/Service/Presse/Meldungen_Archiv/2024_05_02_soziale-deprivation.html
- RNE – Rat für Nachhaltige Entwicklung (2024a): It's the politics, stupid – Die Verantwortung von Staat und Gesellschaft für nachhaltige Lebenswelten. Stellungnahme vom 21.03.2024. Berlin. https://www.nachhaltigkeitsrat.de/wp-content/uploads/2024/04/20243021_RNE_Stellungnahme_Verantwortung_Staat_und_Gesellschaft_fuer_nachhaltige_Lebenswelten.pdf
- RNE – Rat für nachhaltige Entwicklung (2024b): Starke Kommunen oder schwache Transformation. Elf Thesen zur Finanzierung der nachhaltigen Entwicklung vor Ort aus dem Dialog Nachhaltige Stadt. Berlin: Geschäftsstelle des Rat für Nachhaltige Entwicklung. https://www.nachhaltigkeitsrat.de/wp-content/uploads/2024/01/Dialog_Nachhaltige_Stadt_Thesen-Finanzierung-Nachhaltigkeitstransformation.pdf
- Roberts, Cameron; Geels, Frank W. (2019): Conditions for politically accelerated transitions: Historical institutionalism, the multi-level perspective, and two historical case studies in transport and agriculture. *Technological Forecasting & Social Change* 140, 221-240, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.11.019>
- Rockström, Johan; Steffen, Will; Noone, Kevin; Persson, Åsa; Chapin, F. Stuart III; Lambin, Eric; Lenton, Timothy M.; Scheffer, Marten; Folke, Carl; Schellnhuber, Hans Joachim; Nykvist, Björn; De Wit, Cynthia A.; Hughes, Terry; van der Leeuw, Sander; Rodhe, Henning; Sörlin, Serker; Snyder, Peter K.; Costanza, Robert; Svedin, Uno; Falkenmark, Malin; Karlberg, Louise; Correll, Robert W.; Fabry, Victoria J.; Hansen, James; Walker, Brian; Liverman, Diana; Richardson, Katherine; Crutzen, Paul; Foley, Jonathan (2009): Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32. <https://www.stockholmresilience.org/download/18.8615c78125078c8d3380002197/ES-2009-3180.pdf>
- Rodenstein, Marianne (2008): Die Eigenart der Städte – Frankfurt und Hamburg im Vergleich. In: Berking, Helmuth; Löw, Martina (Hrsg.) (2008): Die Eigenlogik der Städte. Neue Wege für die Stadtforschung, S. 261-312. Campus Verlag GmbH: Frankfurt/New York.
- Røiseland, Asbjørn; Vabo, Signy Irene (2020): Administrators as Drivers of Democratic Innovations. The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal, 25(1), Artikel 2. https://innovation.cc/wp-content/uploads/2020_25_1_2_roiseland-vabo_democratic-admin.pdf

Quellenverzeichnis

- Rose, Neil L. (2015): Spheroidal Carbonaceous Fly Ash Particles Provide a Globally Synchronous Stratigraphic marker for the Anthropocene. In: Environmental Science & Technology 49(7), S. 4155-4162. <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.est.5b00543>
- Rosenbloom, Daniel; Haley, Brendan; Meadowcroft, James (2018): Critical choices and the politics of decarbonization pathways: Exploring branching points surrounding low-carbon transitions in Canadian electricity systems. Energy Research & Social Science 37: 22-36. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.09.022>
- Rosenbloom, Daniel; Meadowcroft, James (2022): Accelerating Pathways to Net Zero: Governance Strategies from Transition Studies and the Transition Accelerator. Current Climate Change Reports. 8(4), <https://link.springer.com/article/10.1007/s40641-022-00185-7>
- Rotmans, Jan; Kemp, Rene; van Asselt, Marjolein (2001): More evolution than revolution: transition management in public policy, Foresight 3(1), 15-31. <https://doi.org/10.1108/14636680110803003>
- Rotmans, Jan; Loorbach, Derk (2009): Complexity and Transition Management. Journal of Industrial Ecology, 13(2), 184-196. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2009.00116.x>
- Ruhrort, Lisa (2019): Transformation im Verkehr. Erfolgsbedingungen für verkehrspolitische Schlüsselmaßnahmen. Springer VS: Wiesbaden. ISBN: 978-3-658-28001-7
- RVR – Regionalverband Ruhr (2021): Wie wird die Metropole Ruhr Grünste Industrieregion der Welt? Pressemitteilung vom 28.10.2021. <https://www.rvr.ruhr/service/presse/pressemitteilung-detailseite/news/wie-wird-die-metropole-ruhr-gruenste-industrieregion-der-welt/>
- Ryan, Richard M.; Deci, Edward L. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. American Psychologist 55(1), 68-78. DOI: 10.1037/110003-066X.55.1.68. https://selfdeterminationtheory.org/SDT/documents/2000_RyanDeci_SDT.pdf
- Sandkamp, Alexander (2024): Globaler Handel – Gefährdet die Abhängigkeit von Rohstoffen Europas Zukunft? Beitrag für Bundeszentrale für Politische Bildung vom 01.02.2024. <https://www.bpb.de/themen/wirtschaft/freihandel/geopolitik-und-welthandel/544688/gefaehrdet-die-abhaengigkeit-von-rohstoffen-europas-zukunft/>
- Schaefer, Anke (2017): „Alternative Fakten“ – Jeder Experte ist erst mal verdächtig. Beitrag vom 23.01.2017. <https://www.deutschlandfunkkultur.de/alternative-fakten-jeder-experte-ist-erst-mal-verdaechtig-100.html>
- Schäfer-Sparenberg, Carolin (2021): Indikator 4: Verkehr – Modal Split. In: Regionalverband Ruhr (Hrsg.) (2021): Bericht zur Lage der Umwelt in der Metropole Ruhr 2021, S. 56-67. Essen. https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Umwelt_Oekologie/Umweltbericht/2021_Umweltbericht_Metropole_Ruhr.pdf
- Schäfer-Sparenberg, Carolin; Spitzner, Meike; Müller, Miriam (2023): Verkehr verringern, Wege verkürzen, Menschen mobil machen. In: Wuppertal Institut (Hrsg.): Suffizienzpolitik als Booster zum Erreichen der Klimaschutzziele. Wuppertal. https://epub.wupperinst.org/front-door/deliver/index/docId/8475/file/ZI27_Suffizienzpolitik.pdf
- Schaller, Stella; Zeddies, Lino; Scheub, Ute; Vollmar, Sebastian (2023): Zukunftsbilder 2045. Eine Reise in die Welt von morgen. Reinventing Society (Hrsg.), ISBN 978-3-96238-386-2.
- Scheffran, Jürgen (2023): Ökozid: Zwischen Klimaklagen und Verbrechen gegen den Frieden. Online-Vorlesung an der Universität Bielefeld vom 09.01.2023. https://www.uni-bielefeld.de/themen/forum/vortraege/Scheffran_Okozid_Bielefeld_Jan-2023.pdf

Quellenverzeichnis

- Scheffran, Jürgen; Burroughs, John; Leidreiter, Anna; Riet, Rob van; Ware, Alyn (2015): The Climate-Nuclear Nexus. Exploring the linkages between climate change and nuclear threats. World Future Council, Head Office: Hamburg. Abrufbar auf <https://www.researchgate.net/publication/285601318> The Climate-Nuclear Nexus Exploring the linkages between climate change and nuclear threats
- Schmale, Holger (2021): Das irritierende deutsche Schweigen zu Chinas Unterdrückung der Uiguren. Beitrag in der Berliner Zeitung vom 10.03.2021. <https://www.berliner-zeitung.de/politik-gesellschaft/die-bundesregierung-li.144907>
- Schmidt, Marcel (2020): Zur Entstehung und Bedeutung des „Recht auf Stadt“ im Werk Lefebvres. In: sozialraum.de (12) Ausgabe 1/2020. <https://www.sozialraum.de/zur-entstehung-und-bedeutung-des-recht-auf-stadt-im-werk-lefebvres.php>
- Schneider, Stefan; Bauer, Uta (2019): CO₂-Minderung im Verkehrsbereich ist eine Gemeinschaftsaufgabe! Berlin: Deutsche Institut für Urbanistik (difu). <https://difu.de/nachrichten/co2-minderung-im-verkehrsbereich-ist-eine-gemeinschaftsaufgabe>
- Schneidewind, Uwe (2013): Transformative Literacy. Gesellschaftliche Veränderungsprozesse verstehen und gestalten. In: GAIA 22/2, S. 82-86. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/4938/file/4938_Schneidewind.pdf
- Schneidewind, Uwe (2018a): Die Große Transformation. Eine Einführung in die Kunst gesellschaftlichen Wandels. Frankfurt a. M: Fischer. ISBN: 978-3-596-70259-6
- Schneidewind, Uwe (2018b): „Urbane Zukunftskunst“ – Städte als Treiber der Großen Transformation. Artikel vom 21.09.2018. Wuppertal: Zentrum für Transformationsforschung und Nachhaltigkeit (TransZent)<https://www.zukunftskunst.eu/2018/09/21/urbane-zukunftskunst-staedte-als-treiber-der-groessen-transformation/>
- Schneidewind, Uwe (2019): Das Domino-Prinzip: die Mobilitätswende als Motor für die „Große Transformation“. In: factory 1/2019, S. 23-26.
- Schneidewind, Uwe (2020): Es ist Zeit für eine neue Interdisziplinarität in der Wissenschaft“ In: BIOSpektrum 3/2020, 26. Jahrgang, S. 229. DOI: 10.1007/s12268-020-1380-8.
- Schneidewind, Uwe; Singer-Brodowski, Mandy (2014): Transformative Wissenschaft. Klimawandel im deutschen Wissenschafts- und Hochschulsystem. Metropolis-Verlag: Marburg. ISBN 3-7316-1057-4
- Schneidewind, Uwe; Zahnt, Angelika (2013): Damit gutes Leben einfacher wird. Perspektiven einer Suffizienzpolitik. Oekom: München. <https://doi.org/10.14512/9783865816481>
- Schönfeld, Markus; Harloff, Thomas (2024): CDU startet Kampagne gegen Verbrenner-Aus ab 2035. Artikel in Auto Motor Sport vom 24.05.2024. <https://www.auto-motor-und-sport.de/verkehr/gibt-es-wirklich-kehrwende-beim-verbrenner-aus-eu/>
- Schuerer, Andrew P.; Mann, Michael E.; Hawkind, Ed; Tett, Simon F.B.; Hegerl, Gabriele C. (2018): Importance of the Pre-Industrial Baseline in Determining the Likelihood of Exceeding the Paris Limits. In: Nature Climate Change 7(8), S. 563-567. doi: 10.1038/nclimate3345. <https://www.nature.com/articles/nclimate3345>
- Schwarze, Björn; Spiekermann, Klaus; Wegener, Michael; Huber, Felix; Brosch, Kristine; Reutter, Oscar; Müller, Miriam (2017): Städte und Klimawandel: Ruhrgebiet 2050. Integriertes Modell Ruhrgebiet und Regionaler Modal Shift. Abschlussbericht. Dortmund/Wuppertal: Spiekermann & Wegener Stadt- und Regionalforschung, Bergische Universität Wuppertal, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. https://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/EWR_Ruhrgebiet_260717.pdf

Quellenverzeichnis

- Schwedes, Oliver (2017): Verkehr im Kapitalismus. Münster: Westfälisches Dampfboot. ISBN 978-3-89691-098-1
- Science Media Center Germany (2024): Treibhausgasemissionen in Deutschland für 2023 und Projektionsbericht 2030. Beitrag vom 15.03.2024. <https://www.sciencemediacenter.de/alle-angebote/rapid-reaction/details/news/treibhausgasemissionen-in-deutschland-fuer-2023-und-projektionsbericht-2030/>
- Scientific Publications (2023): Q1, Q2, Q3, Q4: Quartiles of Scientific Journals. <https://spubl.az/en/blog/q1-q2-q3-q4-quartiles-of-scientific-journals>
- Seibert, Evi (2024): Demos gegen Rechtsextremisten: Bundespräsident: Die demokratische Mitte ist aufgewacht. Beitrag vom 26.01.2024 auf SWR Aktuell. <https://www.swr.de/swraktuell/radio/bundespraesident-zu-demos-demokratische-mitte-ist-aufgewacht-100.html>
- Seidel, Jörn; Lay, Han; Göddertz, Merle (2023): Ahrtal unter Wasser. Chronik einer Katastrophe. Reportage auf wdr.de, <https://reportage.wdr.de/chronik-ahrtal-hochwasser-katastrophe>
- Seidl, Irmj; Zahrnt, Angelika (2010): Die Postwachstumsgesellschaft: Wie der Abschied vom Paradigma des Wirtschaftswachstums gelingen kann. In: Ökologisches Wirtschaften 3.2010, Schwerpunkt: „Transformation – Auswege aus der Wachstums- und Klimakrise, S. 18 f. <https://oekologisches-wirtschaften.de/index.php/oew/article/view/1066/1067>
- Siemer, Arne (2022): Klimaanpassung und Schwammstadt als Querschnittsaufgabe der Stadtplanung. In Flächennutzungsmonitoring XIV: Beiträge zu Flächenmanagement, Daten, Methoden und Analysen (S. 51-60). Berlin: Rhombos-Verlag. <https://doi.org/10.26084/14dfns-p006>
- Singer-Brodowski, Mandy; Schneidewind, Uwe (2014): Transformative Literacy: gesellschaftliche Veränderungsprozesse verstehen und gestalten. In: Krisen- und Transformationsszenarios: Frühkindpädagogik, Resilienz & Weltaktionsprogramm (Bildung für nachhaltige Entwicklung: Jahrbuch 2014). https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/5432/file/5432_Singer-Brodowski.pdf
- Singleton, Julia (2015): Head, heart and hands model for transformative learning: Place as context for changing sustainability values. Journal of Sustainability Education, 9, 1–16. https://www.susted.com/wordpress/content/head-heart-and-hands-model-for-transformative-learning-place-as-context-for-changing-sustainability-values_2015_03/
- Smith, Richard (2023): Traffic may be as important as. Industrial farming for destroying wildlife. Opinion. BMJ 383, S. 2326. <https://doi.org/10.1136/bmj.p2326>
- SPD, Bündnis 90/Die Grünen, FDP (2021): Mehr Fortschritt wagen. Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit. Koalitionsvertrag zwischen SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP. <https://cms.gruene.de/uploads/assets/Koalitionsvertrag-SPD-GRUENE-FDP-2021-2025.pdf>
- SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (2012): Umweltgutachten 2012 – Verantwortung in einer begrenzten Welt. Juni 2012. AutorInnen: Faulstich, M. (Vorsitzender), Foth, H. (stellvertretende Vorsitzende), Calliess, C., Hohmeyer, O., Holm-Müller, K., Nickisch, M., Schreurs, M. Berlin. https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2012_2016/2012_Umweltgutachten_Kap_05.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (2020): Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa. Umweltgutachten 2020. Berlin. https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2016_2020/2020_Umweltgutachten_Entschlossene_Umweltpolitik.pdf?__blob=publicationFile&v=2

Quellenverzeichnis

- Steffen, Will; Rockström, Johan; Richardson, Katherine; Schellnhuber, Hans Joachim (2018): Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. PNAS 115 (33), S. 8252-8259. <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>
- Stegemann, Manuel (2024): Unter dem Radar: Die subtile Kraft der Vorprägung. Priming, Verfügbarkeitsheuristik, Mere-Exposure-Effekt, Confirmation Bias, Illusory Truth Effekt. In: Manuel Stegemann (2024): Konsumverhalten verstehen, beeinflussen und messen, S. 129-162. Springer Gabler: Wiesbaden. ISBN 978-3-658-43599-8
- Stengel, Oliver (2011): Suffizienz. Die Konsumgesellschaft in der ökologischen Krise. Wuppertaler Schriften zur Forschung für eine nachhaltige Entwicklung, Bd. 1. München. https://e-pub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/3822/file/WSFN1_Stengel.pdf
- Sternkopf, Benjamin; Nowack, Felix (2016): Lobbying: Zum Verhältnis von Wirtschaftsinteressen und Verkehrspolitik. In: Schwedes, Oliver; Canzler, Weert; Knie, Andreas (2016): Handbuch Verkehrspolitik, S. 381-400. 2. Auflage. Springer VS: Wiesbaden. ISBN 978-3-658-04692-7
- Stewart, Murray (2005): Collaboration in multi-actor governance. In: Haus, Michael; Heinelt, Huberg; Stewart, Murray (2005): Urban Governance and Democracy. Leadership and community involvement, S. 149-167. Oxon, New York: Routledge Studies in Governance and Public Policy. ISBN 9780415459792
- Stiftung Mitarbeit (o.J.): Kommunen und lokale Demokratie. <https://www.buergergesellschaft.de/mitentscheiden/grundlagen-leitlinien/grundlagen/kommunen-und-lokale-demokratie>
- Stockholm Resilience Centre (2016): Sustainable Development Goals: The SDGs wedding cake. Stockholm. <https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-the-sdgs-wedding-cake.html>
- Stop Ecocide Foundation (2021): Vorgeschlagene Definition von Ökozid als fünftes Verbrechen gemäß dem Römischen Statut des Internationalen Strafgerichtshofs. <https://static1.squarespace.com/static/5ca2608ab914493c64ef1f6d/t/614c8410573fd960a91df56d/1632404506783/Legaldefinition+von+Ökozid.pdf>
- Streck, Michael (2016): Die dunkle Macht hinter Trump: Das Netzwerk der Lügner. Beitrag vom 04.12.2016 auf Stern.de. <https://www.stern.de/politik/ausland/postfaktisches-zeitalter--mit-donald-trump-bricht-eine-zeitenwende-an-7218086.html>
- Subcommission on Quaternary Stratigraphy (2019): Working Group on the 'Anthropocene'. <http://quaternary.stratigraphy.org/working-groups/anthropocene/>
- Süddeutsche Zeitung (2024): AfD in Sachsen, Brandenburg und Thüringen: Rechtsextreme Resultate werfen Schatten vor dem Herbst. Beitrag vom 10.06.2024. <https://www.sueddeutsche.de/politik/afd-ostdeutschland-kommunalwahlen-ergebnis-sachsen-brandenburg-lux.L1m9Gh5CqsG3VvL6m8FmSy?reduced=true>
- Suh, Elisabeth (2022): Konflikt auf zwei Kontinenten? Europäische Fehleinschätzungen im asiatisch-pazifischen Raum. Beitrag vom 22.11.2022, DGAP – Deutsche Gesellschaft für Auswärtige Politik. <https://dgap.org/de/forschung/publikationen/konflikt-auf-zwei-kontinenten>
- tagesschau.de (2023a): Geberkonferenz nach Flutkatastrophe: Pakistan bekommt Milliardenhilfe. Beitrag vom 09.01.2023. <https://www.tagesschau.de/ausland/asien/pakistan-flut-milliardenhilfe-101.html>
- tagesschau.de (2023b): Pegelstände am Rhein: Niedrigwasser belastet deutsche Wirtschaft. Artikel vom 05.08.2022. <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/niedrigwasser-rhein-wirtschaftliche-auswirkungen-101.html>

Quellenverzeichnis

- tagesschau.de (2024a): Extreme Temperaturen: Dutzende Tote bei Hitzewelle in Neu-Delhi. Artikel vom 20.06.2024. <https://www.tagesschau.de/ausland/asien/hitzewelle-indien-116.html>
- tagesschau.de (2024b): Menschenrechtsgerichtshof: Erste Klimaklage in Straßburg erfolgreich. Artikel vom 09.04.2024. <https://www.tagesschau.de/ausland/europa/klimaklagen-schweiz-100.html>
- tagesschau.de (2024c): Weniger CO₂-Ausstoß gefordert: Schweiz streitet über EGMR-Klimaurteil. Beitrag vom 23.04.2024. <https://www.tagesschau.de/ausland/europa/schweiz-egmr-klimaurteil-100.html>
- tagesschau.de (2024d): Wirtschaftsbeziehungen zu China: Gefährlich gute Geschäfte. Beitrag vom 10.01.2023. <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/weltwirtschaft/webartikel-china-101.html>
- tagesschau.de (2024e): Wissing kann sich nicht zurücklehnen. Artikel vom 16.04.2024. <https://www.tagesschau.de/inland/innenpolitik/klimaschutzgesetz-bundesregierung-100.html>
- tagesschau.de (2024f): Debatte um Klimaschutzgesetz: Warum Wissing Fahrverbote ins Spiel bringt. Beitrag vom 12.04.2024. <https://www.tagesschau.de/inland/wissing-fahrverbot-klimaschutzgesetz-100.html>
- Tannenhauer, Tobias (2021): Wider das System Auto. Warum wir eine nachhaltige Mobilität brauchen. Oekom Verlag: München. ISBN 978-3-96238-277-3.
- Thielbörger, Pierre (2021): Freiheitliche demokratische Grundordnung. Begriffsklärung und Nennung im GG. Beitrag für die Bundeszentrale für politische Bildung. <https://www.bpb.de/kurzknapp/lexika/handwoerterbuch-politisches-system/202025/freiheitliche-demokratische-grundordnung/>
- Thill, Klaus-Dieter (2023): Risikoaversion: Definition und potenzielle Nachteile. Beitrag vom 22.12.2023. <https://ifabsthill.com/2023/12/22/risikoaversion-definition-und-potenzielle-nachteile/>
- Thomas, Vinod (2016): Wie der Klimaschutz Amerika groß machen kann. Artikel vom 15.12.2016 auf Project Syndicate. <https://www.project-syndicate.org/commentary/climate-action-economic-benefits-for-trump-by-vinod-thomas-2016-12/german>
- Thome, Matthias (o.J.): Ökozid als Straftat: Sind wir alle Schwerverbrecher, Frau Mehta? Interview mit Jojo Mehta auf GEO.de. <https://www.geo.de/natur/nachhaltigkeit/23180-rtkl-umweltzerstoerung-oekoaid-als-straftat-sind-wir-alle>
- Torrens, Jonas; Johnstone, Phillip; Schot, Johan (2018): Unpacking the Formation of Favourable Environments for Urban Experimentation: The Case of the Bristol Energy Scene. Sustainability 10, 879, <https://doi.org/10.3390/su10030879>
- Trapp, Jan Hendrick; Winker, Martina (Hrsg.) (2020): Blau-grün-graue Infrastrukturen vernetzt planen und umsetzen. Ein Beitrag zur Klimaanpassung in Kommunen. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH. <https://backend.repository.difu.de/server/api/core/bitstreams/b4c09613-728c-4ad3-9957-cfd0fe0a6cfd/content>
- Traufetter, Gerald (2019): Lobbyismus: Drehtür-Karrieren am Beispiel der Automobilindustrie. Beitrag auf Bundeszentrale für politische Bildung vom 13.03.2019. <https://www.bpb.de/themen/wirtschaft/lobbyismus/276820/drehtuer-karrieren-am-beispiel-der-automobilindustrie/>

Quellenverzeichnis

- Treude, Mona (2016): Leitbild "Nachhaltiges NRW 2030" – Beteiligungsformate: Beteiligung der Jugend. Teilbericht zum AP 8.3 im Rahmen des Zuwendungsprojektes: „Konzeptionelle Analysen und Überlegungen zur Ausgestaltung einer Nachhaltigkeitsstrategie NRW aus wissenschaftlicher Sicht“. Wuppertal: Wuppertal Institut. https://wupperinst.org/fileadmin/redaktion/downloads/projects/NHS_NRW_AP8-3_Beteiligungsformate.pdf
- Truffer, Bernhard; Rohrer, Harald; Kivimaa, Paula; Raven, Rob; Alkemade, Floor; Carvalho, Luis; Feola, Giuseppe (2022): A perspective on the future of sustainability transition research. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 42, 331-339. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2022.01.006>
- Truffer, Bernhard; Murphy, James T.; Raven, Rob (2015): The geography of sustainability transitions: Contours of an emerging theme. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 17, 63-72. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.07.004>
- TU Berlin – Technische Universität Berlin (Hrsg.) (o.J.): Der Journal Impact Factor – ein geeignetes Maß? Blog der Universitätsbibliothek. <https://blogs.ub.tu-berlin.de/publizieren/2019/08/der-journal-impact-factor-ein-geeignetes-mass/>
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2010): CO₂-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland. Mögliche Maßnahmen und ihre Minderungspotenziale – Ein Sachstandsbericht des Umweltbundesamtes. UBA-Texte 05/2010. Dessau-Roßlau. <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/3773.pdf>
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2011): Umweltbundesamt: Der Himmel über der Ruhr ist wieder blau! Nicht aus der Luft gegriffen: Willy Brandt fordert 1961 blauen Himmel über dem Ruhrgebiet. Beitrag vom 27.04.2011. <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/umweltbundesamt-der-himmel-ueber-der-ruhr-ist>
- UBA – Umweltbundesamt (2017): Die Stadt für Morgen. Umweltschonend mobil – lärmarm – grün – kompakt – durchmischt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/20170505_stadt_von_morgen_2_auflage_web.pdf
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2018): Transformative Umweltpolitik: Nachhaltige Entwicklung konsequent fördern und gestalten. Text: Franziska Wolff, Dirk Arne Heyen, Bettina Brohmann, Rainer Grießhammer (alle Öko-Institut e.V.), Klaus Jacob, Lisa Graaf (beide Forschungszentrum für Umweltpolitik, Freie Universität Berlin). Umweltbundesamt: Dessau-Roßlau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/transformative_umweltpolitik_nachhaltige_entwicklung_konsequent_foerdern_und_gestalten_bf.pdf
- UBA – Umweltbundesamt (2019): Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität. RESCUE-Studie. *Climate Change* 36/2019. Dessau-Roßlau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/rescue_studie_cc_36-2019_wege_in_eine_ressourcenschonende_treibhausgasneutralitaet_auflage2_juni-2021.pdf
- UBA – Umweltbundesamt (2020a): Kunststoffe in der Umwelt – Erarbeitung einer Systematik für erste Schätzungen zum Verbleib von Abfällen und anderen Produkten aus Kunststoffen in verschiedenen Umweltmedien. UBA-Texte 198/2020. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2020_11_24_texte_198_2020_kunststoffe_in_der_umwelt.pdf
- UBA - Umweltbundesamt (2020b): Verkehrswende für ALLE. So erreichen wir eine sozial gerechte und umweltverträgliche Mobilität. Position von August 2020. Dessau-Roßlau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/2020_pp_verkehrswende_fuer_alle_bf_02.pdf

Quellenverzeichnis

- UBA – Umweltbundesamt (2021a): Klimaschutz im Verkehr – was ist bis 2030 und 2045 zu tun? Vortrag von Martin Schmied auf dem parlamentarischen Abend des Bundesverbandes Car-Sharing e.V., 10.11.2021, Berlin. https://carsharing.de/sites/default/files/uploads/uba_vortrag_klimaschutz_im_verkehr_bcs.pdf
- UBA – Umweltbundesamt (2021b): Stressreaktionen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Artikel vom 26.03.2021. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/laerm/laermwirkungen/stressreaktionen-herz-kreislauf-erkrankungen#auswirkungen-des-larms-auf-die-gesundheit>
- UBA – Umweltbundesamt (2021c): Treibhausgasemissionen sinken 2020 um 8,7 Prozent. Positiver Trend der Vorjahre setzt sich fort / 40,8 Prozent Rückgang seit 1990. Artikel vom 15.03.2021. <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/treibhausgasemissionen-sinken-2020-um-87-prozent>
- UBA – Umweltbundesamt (2022a): Deutsche Kommunen rufen den Klimanotstand aus. <https://www.umweltbundesamt.de/deutsche-kommunen-rufen-den-klimanotstand-aus#undefined>
- UBA – Umweltbundesamt (2022b): Dreifache Innenentwicklung. Definition, Aufgaben und Chancen für eine umweltorientierte Stadtentwicklung. Dessau-Roßlau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/230515_uba_hg_dreifacheinnenentwicklung_2auflg_br.pdf
- UBA – Umweltbundesamt (2022c): Kommunale Verkehrsplanung. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr/nachhaltige-mobilitaet/verkehrsplanung/kommunale-verkehrsplanung#integrierte-verkehrsentwicklungsplanung-kommunen-stellen-weichen>
- UBA – Umweltbundesamt (2023a): Berechnung der Treibhausgasemissionsdaten für das Jahr 2022 gemäß Bundesklimaschutzgesetz. Kurzfassung vom 15.03.2023. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#entwicklung-der-treibhausgase-kohlendioxid-methan-distickstoffoxid>
- UBA – Umweltbundesamt (2023b): Feinstaub-Belastung. Artikel vom 27.10.2023. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/feinstaub-belastung#feinstaubkonzentrationen-in-deutschland>
- UBA – Umweltbundesamt (2023c): Judikative als Motor des Klimaschutzes? Bedeutung und Auswirkungen der Klimaklagen. Climate Change 18/2023. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11740/publikationen/2023-04-20_climate_change18-2023_judikative_motor_klimaschutz_1.pdf
- UBA – Umweltbundesamt (2024a): Bodenversiegelung. Beitrag vom 23.01.2023. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/boden/bodenversiegelung>
- UBA – Umweltbundesamt (2024b): Klimaemissionen sinken 2023 um 10,1 Prozent – größter Rückgang seit 1990. UBA-Projektion: Nationales Klimaziel bis 2030 erreichbar. Artikel vom 15.03.2024. <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/klimaemissionen-sinken-2023-um-101-prozent>
- UBA – Umweltbundesamt (2024c): Klimaschutz im Verkehr: zeitnahe Trendwende notwendig. Beitrag vom 23.04.2023. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klimaschutz-im-verkehr-zeitnahe-trendwende>
- UBA – Umweltbundesamt (2024d): Klimaschutz im Verkehr. Artikel vom 30.04.2024. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr/klimaschutz-im-verkehr#undefined>
- UBA – Umweltbundesamt (2024e): Siedlungs- und Verkehrsfläche. Beitrag vom 15.03.2024. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/siedlungs-verkehrsflaeche#anhaltender-flachenverbrauch-fur-siedlungs-und-verkehrszwecke>

Quellenverzeichnis

- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2024f): Verkehrssektor auf Kurs bringen: Szenarien zur Treibhausgasneutralität 2045. UBA-Texte 59/2024. Öko-Institut, Berlin & INFRAS, Zürich. April 2024, Dessau-Roßlau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/59_2024_texte_verkehrssektor_auf_kurs_bringen_0.pdf
- UBA – Umweltbundesamt (2024g): Weltweiter Autobestand. <https://www.umweltbundesamt.de/bild/weltweiter-autobestand>
- UBA – Umweltbundesamt (2024h): Eutrophierung. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/meere/nutzung-belastungen/eutrophierung#eutrophierung-was-bedeutet-das>
- UBA – Umweltbundesamt (2022i): Car-Sharing. Beitrag vom 19.06.2024. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr/nachhaltige-mobilitaet/car-sharing#angebotsformen-des-car-sharing>
- UFZ – Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (2023): Die Resiliente Stadt: Konzepte, Konflikte, Lösungen. Pressemitteilung vom 07.11.2023. https://www.ufz.de/index.php?de=36336&webc_pm=35/2023#:~:text=%22Eine%20Stadt%20ist%20dann%20resilient,der%20drei%20Herausgeber%20des%20Buches.
- UN – United Nations (1992): Agenda 21. Rio de Janeiro. https://www.un.org/Depts/german/conf/agenda21/agenda_21.pdf
- UN – United Nations (2012): ‘Our Struggle for Global Sustainability Will Be Won or Lost in Cities’, Says Secretary-General, at new York Event. Pressemitteilung vom 23.04.2012. United Nations Meetings Coverage and Press Releases. <https://press.un.org/en/2012/sgsm14249.doc.htm>
- UN – United Nations (2015a): Paris Agreement. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
- UN – United Nations (2015b): Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung vom 21.10.2015. <https://www.un.org/depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf>
- UN - United Nations (2023): Secretary-General Calls on States to Tackle Climate Change ‘Time Bomb’ through New Solidarity Pact, Acceleration Agenda, at Launch of Intergovernmental Panel Report. Pressemitteilung vom 20.03.2023. <https://press.un.org/en/2023/sgsm21730.doc.htm>
- UNEP - United Nations Environment Programme (2023): Global Climate Litigation Report: 2023 Status Review. Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/43008/global_climate_litigation_report_2023.pdf?sequence=3
- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (o.J.): How COPs are organized – Questions and answers. <https://unfccc.int/process-and-meetings/conferences/the-big-picture/what-are-united-nations-climate-change-conferences/how-cops-are-organized-questions-and-answers>
- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (2023): Technical dialogue of the first global stocktake. 8. September 2023. United Arab Emirates. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/sb2023_09_adv.pdf
- Universitätsbibliothek der Freien Universität Berlin (o.J.): Qualitätskriterien für die Literatursauswahl – CiteScore Metrics aus der Zitationsdatenbank Scopus. https://userblogs.fu-berlin.de/ik_qk/category/bibliometrie/zitationsbasiert/
- UNSDG – United Nations Sustainable Development Group (2024): Universal Values. <https://unsdg.un.org/2030-agenda/universal-values>

Quellenverzeichnis

- Valentin, François (2024): Gefährlicher Übergriff. Beitrag vom 25.04.2024 auf IPG. Friedrich-Ebert-Stiftung e.V.: Bonn & Berlin. <https://www.ipg-journal.de/rubriken/wirtschaft-und-oekologie/artikel/gefahrllicher-uebergrieff-7467/>
- VCD – Verkehrsclub Deutschland (2020): Der CO₂-Preis im Verkehr: Keine Lenkungswirkung und sozial unausgewogen. Pressemitteilung vom 14.12.2020. <https://www.vcd.org/artikel/der-co2-preis-im-verkehr-keine-lenkungswirkung-und-sozial-unausgewogen>
- VDV – Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (2024): Deutschland-Ticket: Die Größte Tarifrevolution im ÖPNV. <https://www.vdv.de/deutschlandticket.aspx>
- Verheyen, Roda; Hölzen, Katharina (2022): Kommunaler Klimaschutz im Spannungsfeld zwischen Aufgabe und Finanzierung am Beispiel der kommunalen Wärmeplanung und des kommunalen Klimaschutzmanagements. Rechtsgutachten. Hamburg: Rechtsanwälte Günther. https://www.klima-allianz.de/fileadmin/user_upload/Dateien/Daten/Publikationen/Hintergrund/Rechtsgutachten_Kommunaler_Klimaschutz.pdf
- Vilsmaier, Ulli; Lang, Daniel J. (2014): Transdisziplinäre Forschung. In: Heinrichs, Harald; Michelsen, Gerd (2014): Nachhaltigkeitswissenschaften, S. 87-113. Wiesbaden: Springer Verlag. ISBN-10: 9783642251115
- Volkswagen Stiftung (2022): Veranstaltungsbericht: Die „Grenzen des Wachstums“ sind erreicht – wie geht es weiter? <https://www.volkswagenstiftung.de/de/veranstaltungen/die-grenzen-des-wachstums-sind-erreicht-wie-geht-es-weiter>
- Wach, Lena (2018): Auf der Suche nach dem europäischen Citoyen. In: Journal für politische Bildung 4/2018, S. 68-71. <https://www.journal-pb.de/blog/auf-der-suche-nach-dem-europaeischen-citoyen>
- Wang, Zhe; Wang, Zifa; Zou, Zhiyin; Chen, Xueshun; Wu, Huangjian; Wang, Wending; Su, Hang; Li, Fang; Xu, Wenru; Liu, Zhihua; Zhu, Jiaojun (2024): Severe global environmental issues caused by Canada's record-breaking wildfires in 2023. Advances in Atmospheric Sciences, 41(4), 565–571. <https://doi.org/10.1007/s00376-023-3241-0>
- Wanner, Matthias; Augenstein, Karoline; Wirth, Timon von; Lang, Daniel J. (2024): Impacts of urban real-world labs: insights from a co-evaluation process informed by structuration theory in Wuppertal-Mirke. GAIA 33/S1, S. 102-109. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/8528/file/8528_Wanner.pdf
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2011): Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Hauptgutachten. https://issuu.com/wbgu/docs/wbgu_jg2011?fr=sMzhlOTM1OTc5NDI
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2016): Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte. Zusammenfassung. Berlin. https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2016/pdf/wbgu_zf_hg_2016_urban_de_navi.pdf
- Wegener, Michael; Schwarze, Björn; Spiekermann, Klaus; Brosch, Kristine; Huber, Felix; Müller, Miriam; Reutter, Oscar (2019): Modelling the Great Transformation in the Ruhr Area. Transportation Research Procedia 41, 231-239. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.09.042>
- Wefing, Heinrich (2021): Ökozid als Straftat: „Das Wort Ökozid erinnert natürlich an Genozid“. Interview mit Jurist Philippe Sands auf Zeit Online vom 31.10.2021. <https://www.zeit.de/gesellschaft/2021-10/oekoqid-straftat-phlippe-sands-internationaler-straengerichtshof-den-haag#>

Quellenverzeichnis

- Weizsäcker, Ernst Ulrich von; Lovins, Amory B.; Lovins, L. Hunter (1997): Faktor Vier. Doppelter Wohlstand – halbiertes Naturverbrauch. Der neue Bericht an den Club of Rome. Droemer Knauer: München. ISBN 3-426-77286-8
- Westheuser, Linus (2024): Ohnmacht ist die Wurzel des Ressentiments. Beitrag vom 03.02.2024 in JACOBIN. <https://www.jacobin.de/artikel/demokratie-arbeitsplatz-rechtsradikalismus>
- Wetzchewald, Alina (2023a): Exnovation und Verkehrswende. Vom Automobilitätsregime zu einer nachhaltigen urbanen Mobilität. Oekom Verlag: München. ISBN: 978-3-98726-033-9
- Wetzchewald, Alina (2023b): Weniger ist Mehrwert – Exnovation und die Verkehrswende. Handlungsempfehlungen für die aktive Gestaltung der Verkehrswende durch Exnovation. Zukunftsimpuls 26. Wuppertal Institut: Wuppertal. https://epub.wupperinst.org/front-door/deliver/index/docId/8440/file/ZI26_Exnovation.pdf
- Wetzchewald, Alina; Reutter, Oscar (2021): Konzeptionelle Hinweise für Indikatoren und Ziele für Mobilität und Verkehr für die Nachhaltigkeitsstrategie des Landes NRW. Stand: Februar 2023. Wuppertal Institut: Wuppertal. https://wupperinst.org/fileadmin/redaktion/downloads/projects/NHS_NRW3_FM_A1-1_Indikatoren.pdf
- WHO – World Health Organization (2017): Urban green spaces: A brief for action. Kopenhagen. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/344116/9789289052498-eng.pdf?sequence=1>
- WHO – Weltgesundheitsorganisation, Regionalbüro für Europa (2018): Leitlinien für Umgebungslärm für die Europäische Region. Zusammenfassung. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/343938/WHO-EURO-2018-3287-43046-60247-ger.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- WHO – World Health Organization (2021): WHO global air quality guidelines Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. WHO European Centre for Environment and Health, Bonn. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- WHO – World Health Organization (2022): Der Klimawandel ist schon jetzt todbringend, doch sofortiges entschlossenes Handeln kann mehr Todesfälle verhindern. Erklärung vom 07.11.2022 beim Internationalen Forum für Gesundheitsinvestitionen in Zentralasien. 26.-27. Juni 2024, Bischkek, Kirgistan. <https://www.who.int/europe/de/home/07-11-2022-statement--climate-change-is-already-killing-us--but-strong-action-now-can-prevent-more-deaths>
- WHO – World Health Organization (2023): We must fight one of the world's biggest health threats: climate change. Artikel vom 03.11.2023. <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/we-must-fight-one-of-the-world-s-biggest-health-threats-climate-change>
- Wienecke, Franziska (2023): Schwammstädte: Klimaresilienz gegen Hitze und Starkregen. <https://taspo.de/article/1827848/schwammstadte-klimaresilienz-gegen-hitze-und-starkregen>
- Wille, Joachim (2020): Serie Kippelemente: „Wir riskieren den Fortbestand unserer Zivilisation“. Interview mit Klimaforscher Hans Joachim Schellnhuber vom 10.04.2020 auf Klimareporter. <https://www.klimareporter.de/erdsystem/wir-riskieren-den-fortbestand-unserer-zivilisation>
- Wille, Joachim (2024): Verkehrsforscher über Straßenbau: „Für die Biodiversität eine Katastrophe“. Beitrag in Frankfurter Rundschau vom 18.01.2024. <https://www.fr.de/wirtschaft/fuer-die-biodiversitaet-ist-das-eine-katastrophe-92783330.html>

Quellenverzeichnis

- Winkelmann, Ricarda; Donges, Jonathan F., Smith, E. Keith; Milkoreit, Manjana; Eder, Christina; Heitzig, Jobst; Katsanidou, Alexia; Wiedermann, Marc; Wunderling, Nico; Lenton, Timothy M. (2022): Social tipping processes towards climate action: A conceptual framework. *Ecological Economics* 192, 107242, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107242>
- Winklmayr, Claudia; Muthers, Stefan; Niemann, Hildegard; Mücke, Hans-Guido, an der Heiden, Matthias (2022): Heat-related mortality in Germany from 1992 to 2021. *Deutsches Ärzteblatt International*, 119: 451-457. DOI: 10.3238/arztebl.m2022.0202. <https://www.aerzteblatt.de/int/archive/article/225956/Heat-related-mortality-in-Germany-from-1992-to-2021>
- Winnemuth, Meike (2019): Stichwort „shifting baselines“, oder: Wat willst du machen? Beitrag auf [stern.de](https://www.stern.de/panorama/meike-winnemuth/shifting-baselines--wie-wir-unsere-definitionen-anpassen-8642270.html) vom 30.03.2019. <https://www.stern.de/panorama/meike-winnemuth/shifting-baselines--wie-wir-unsere-definitionen-anpassen-8642270.html>
- Wissenschaftsrat (2020): Entwicklung und Zusammenarbeit der Disziplinen: Wie beides gelingen kann. Disziplinäre und interdisziplinäre Wissenschaft sind gleichwertig. Pressemitteilung 28/2020 vom 26.10.2020. https://www.wissenschaftsrat.de/download/2020/pm_2820.pdf?blob=publicationFile&v=2
- Wittmayer, Julia; Hölscher, Katharina (2017): Transformationsforschung. Definitionen, Ansätze, Methoden. Umweltbundesamt (Hrsg.), UBA-Texte 103/2017. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-11-08_texte_103-2017_transformationsforschung.pdf
- WMO – World Meteorological Organization (2023): Rate and impact of climate change surges dramatically in 2011-2020. Pressemitteilung vom 05.12.2023. <https://wmo.int/news/media-centre/rate-and-impact-of-climate-change-surges-dramatically-2011-2020>
- Wolf, Winfried (1989): Sackgasse Autogesellschaft. Höchste Eisenbahn für eine Alternative. 2., erweiterte Auflage. isp-Pocket 35, isp-Verlag GmbH: Frankfurt a.M. ISBN 3-88332-158-3
- Wolf, Winfried (2019): Mit dem Elektroauto in die Sackgasse. Warum E-Mobilität den Klimawandel beschleunigt. Promedia Verlag: Wien. ISBN: 9783853714508
- Wolfram, Marc (2016): Conceptualizing urban transformative capacity: A framework for research and policy. *Cities* 51, 121-130. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2015.11.011>
- World Economic Forum (2024a): Climate Crisis May Cause 14.5 Million Deaths by 2050. Pressemitteilung vom 16.01.2024. <https://www.weforum.org/press/2024/01/wef24-climate-crisis-health/>
- World Economic Forum (2024b): The Global Risks Report 2024. 19th Edition. Insight Report. Cologny/Genf, Schweiz. https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2024.pdf
- World Weather Attribution (2021): Heavy rainfall which led to severe flooding in Western Europe made more likely by climate change. Pressemitteilung vom 23.08.2021. <https://www.worldweatherattribution.org/heavy-rainfall-which-led-to-severe-flooding-in-western-europe-made-more-likely-by-climate-change/>
- World Weather Attribution (2022): Climate change likely increased extreme monsoon rainfall, flooding highly vulnerable communities in Pakistan. Beitrag vom 14.09.2022. <https://www.worldweatherattribution.org/climate-change-likely-increased-extreme-monsoon-rainfall-flooding-highly-vulnerable-communities-in-pakistan/>
- World Weather Attribution (2023): Climate change more than doubled the likelihood of extreme fire weather conditions in Eastern Canada. Artikel vom 22.08.2023. <https://www.worldweatherattribution.org/climate-change-more-than-doubled-the-likelihood-of-extreme-fire-weather-conditions-in-eastern-canada/>

Quellenverzeichnis

- WSI – Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliches Institut (2024): Erwerbspersonenpanel der Hans-Böckler-Stiftung: Nach vier Jahren multipler Krisen: Deutsche Gesellschaft „verunsichert, aber nicht erschüttert“, ergibt Befragung. Pressemitteilung vom 03.04.2024. https://www.boeckler.de/pdf/pm_wsi_2024_04_03.pdf
- Wuppertal Institut (o.J.a): Forschungsbereich Mobilität und Verkehrspolitik (Bildliches Leitbild). Wuppertal. <https://wupperinst.org/forschung/forschungsbereiche/mobilitaet-und-verkehrspolitik>
- Wuppertal Institut (o.J.b): Lebenswerte Straße. Webseite des Forschungsprojekts LesSON. <https://lebenswerte-strasse.de>
- Wuppertal Institut (o.J.c): Transformative Forschung. <https://wupperinst.org/forschung/transformativ-forschung>
- Wuppertal Institut (Hrsg.) (2013a): Emscher 3.0. Von Grau zu Blau – oder wie der blaue Himmel über der Ruhr in die Emscher fiel. Wuppertal. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/4818/file/4818_Emscher_3.pdf
- Wuppertal Institut (Hrsg.) (2013b): Metropole Ruhr – Grüne Hauptstadt Europas. Auswertung und Aufbereitung der Sachinformationen (Daten) für die Bewerbung der Metropole Ruhr um die EU-Auszeichnung „Grüne Hauptstadt Europas / European Green Capital“: Antworten zum EU-Fragenkatalog 2012. Wuppertal. https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/Metropole_Ruhr_Endbericht.pdf
- Wuppertal Institut (2020): CO₂-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze. Diskussionsbeitrag für Fridays for Future Deutschland mit finanzieller Unterstützung durch die GLS Bank (2. Korrigierte Auflage). Autor*innen: Georg Kobiela, Sascha Samadi, Jenny Kurwan, Annika Tönjes, Manfred Fishedick, Thorsten Koska, Stefan Lechtenböhmer, Steven März, Dietmar Schüwer. Wuppertal. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7606/file/7606_CO2-neutral_2035.pdf
- Wuppertal Institut (2024): Grüner Wasserstoff braucht Nachhaltigkeitskriterien. Kurzstudie des Wuppertal Institut skizziert Nachhaltigkeitsziele, Kriterien und mögliche politische Instrumente für Wasserstoffimporte. Pressemitteilung vom 18.03.2024. <https://wupperinst.org/a/wi/a/s/ad/8514>
- WWF Deutschland (2023): Rohstoff mit Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Stand 25.07.2023. <https://www.wwf.de/themen-projekte/landwirtschaft/produkte-aus-der-landwirtschaft/naturkautschuk>
- Zachariah, Mariam; Sjoukje, Philip; Pinto, Izidine; Vahlberg, Maja; Singh, Roop; Otto, Friederike (2023): Extreme heat in North America, Europe and China in July 2023 made much more likely by climate change. <https://spiral.imperial.ac.uk/bitstream/10044/1/105549/8/Scientific%20Report%20-%20Northern%20Hemisphere%20Heat.pdf>
- Zalasiewicz, Jan; Waters, Colin N.; Ivar do Sul, Juliana A.; Corcoran, Patricia L.; Barnosky, Anthony D.; Cearreta, Alejandro; Edgeworth, Matt; Galuszka, Agnieszka; Jeandel, Catherine; Leinfelder, Reinhold; McNeill, J.R.; Steffen, Will; Summerhayes, Colin; Wagerich, Michael; Williams, Mark; Wolfe, Alexander P.; Yonan, Yasmin (2016): The geological cycle of plastics and their use as stratigraphic indicator of the Anthropocene. In: Anthropocene, Vol. 13, S. 4-17. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2016.01.002>
- Zdrzalek, Susanna (2023): Wassermangel in Deutschland: Gießen verboten. Artikel vom 20.06.2023 auf tagesschau.de. <https://www.tagesschau.de/inland/gesellschaft/wassermangel-100.html>
- Zeit Magazin (2017): William Gibson: „Ich hoffe, wir sind nicht in negativen Utopien gefangen“. Artikel vom 11.01.2017. <https://www.zeit.de/zeit-magazin/leben/2017-01/william-gibson-science-fiction-neuromancer-cyberspace-futurist/komplettansicht>

Quellenverzeichnis

- Zeit online (2024a): Umweltbundesamt sieht Rechtsruck als Gefahr im Kampf gegen Klimakrise. Beitrag vom 11.06.2024. <https://www.zeit.de/politik/deutschland/2024-06/umweltbundesamt-rechtsruck-klimaziele-gefahr-messner>
- Zick, Andreas; Küpper, Beate; Mokros, Nico (2023): Die distanzierte Mitte. Rechtsextreme und demokratiegefährdende Einstellungen in Deutschland 2022/23. Herausgegeben für die Friedrich-Ebert-Stiftung von Franziska Schröter. Verlag J. H. W. Dietz: Bonn. ISBN 978-3-8012-0665-9. <https://www.fes.de/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=91776&token=3821fe2a05aff649791e9e7ebdb18eabdae3e0fd>
- Zimmermann, Karsten (2008): Eigenlogik der Städte – Eine politikwissenschaftliche Sicht. In: Berking, Helmut; Löw, Martina (Hrsg.) (2008): Die Eigenlogik der Städte. Neue Wege für die Stadtforschung, S. 207-230. Campus Verlag GmbH: Frankfurt/New York. ISBN 9783593387253
- ZOE – Institut für zukunftsfähige Ökonomien (2022): Policybrief zur Signifikanz des „Do No Significant Harm“-Grundsatzes. <https://zoe-institut.de/publication/policybrief-zur-signifikanz-des-do-no-significant-harm-grundsatzes/>

8 Anhang

8.1 Übersicht der zur Erstellung der publikationsbasierten Doktorarbeit erhaltenen Forschungsförderung

- 4/2018-9/2020: 24-monatige Forschungsförderung der ADAC Stiftung (einschließlich Unterbrechung wegen Mutterschutz).
- 1/2022-11/2022: 11-monatiges Promotionsstipendium der Bergischen Universität Wuppertal zum Ausgleich von Nachteilen durch die Corona-Pandemie für Frauen.
- 1/2024-6/2024: Promotionsabschlussförderung des Wuppertal Instituts.
- Übernahme der Open Access Publikationsgebühren durch die ADAC Stiftung und das Wuppertal Institut.

Die Promovendin möchte allen oben genannten Institutionen, die dieses Promotionsvorhaben mit Fördermitteln unterstützt haben, ein großes „Dankeschön“ aussprechen! Ohne diese Unterstützung wäre das Promotionsvorhaben in dieser Form nicht möglich gewesen.

8.2 Übersicht der wissenschaftlichen Grundlagen und Beiträge der Promovendin an den vier Fachartikeln

	Forschungsgrundlagen	Beiträge der Promovendin im Forschungsprozess	Beiträge der Autor*innen beim Fachartikel
1. Fachartikel „Vision development“	<ul style="list-style-type: none"> Mitarbeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Forschungsprojekt des Wuppertal Instituts „Nachhaltigkeitsstrategie NRW – Konzeptionelle Analysen und Überlegungen zur Ausgestaltung einer Nachhaltigkeitsstrategie NRW aus wissenschaftlicher Sicht“ (Leitung: Prof. Dr.-Ing. Oscar Reutter). Gefördert vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Projektlaufzeit: 11/2013-02/2017 Projektseite: https://wupperinst.org/p/wi/p/s/pd/469 	<ul style="list-style-type: none"> Recherche politischer, gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Zielvorschläge für nachhaltige Entwicklung. Entwicklung von Textbausteinen für den Leitbildtext „Nachhaltiges NRW 2030“. Teilnahme an Stakeholder-Workshops sowie der Präsentation bei der interministeriellen Arbeitsgruppe Nachhaltigkeitsstrategie NRW, Aufnahme und Umsetzung von Rückmeldungen im Leitbild-Text. 	<p>Miriam Müller:</p> <ul style="list-style-type: none"> Entwicklung und Schreiben des Fachartikels. Entwicklung und Umsetzung der tabellarischen und grafischen Elemente. <p>Oscar Reutter:</p> <ul style="list-style-type: none"> Kommentierung von Zwischenständen.

Anhang

	Forschungsgrundlagen	Beiträge der Promovendin im Forschungsprozess	Beiträge der Autor*innen beim Fachartikel
2. Fachartikel „Benchmark“	<ul style="list-style-type: none"> • Deutschsprachiger, im Arbeitskontext am Wuppertal Institut entstandener Fachartikel: Oscar Reutter & Miriam Müller (2016): Benchmark: Klimaschutz im Stadtverkehr – Die Konzepte der Europäischen Umwelthauptstädte. In: Raumplanung 184, S. 39-45. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ergänzung des deutschsprachigen Fachartikels mit acht Umwelthauptstädten um drei weitere Umwelthauptstädte; Übersetzung ins Englische, Ergänzung um weitere tabellarische Auswertung, Einbettung in Fachliteratur. 	<p>Miriam Müller:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung von vier Umwelthauptstädten im deutschsprachigen Vorgängerartikel, Beiträge zum Rahmentext; • Schreiben des englischen Fachartikels einschließlich der Auswertung von drei zusätzlich aufgenommenen Umwelthauptstädten. • Ergänzung einer systematischen tabellarischen Auswertung. • Schreiben des englischen Fachartikels. <p>Oscar Reutter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schreiben deutscher Textteile im deutschsprachigen Ausgangsartikel (Rahmentexte, Auswertung von vier Umwelthauptstädten). • Kommentierung von Zwischenständen.

Anhang

	Forschungsgrundlagen	Beiträge der Promovendin im Forschungsprozess	Beiträge der Autor*innen beim Fachartikel
3. Fachartikel „Course change“	<ul style="list-style-type: none"> Mitarbeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Forschungsprojekt „Energiewende Ruhr – Rahmenprogramm zur Umsetzung der Energiewende in den Kommunen des Ruhrgebiets“, Teilprojekt „Regionaler Modal Shift“ (Leitung: Prof. Dr.-Ing. Oscar Reutter); Zusammenarbeit mit dem Teilprojekt „Integriertes Modell Städte und Klimawandel – Ruhrgebiet 2050“ von Spiekermann & Wegener Stadt- und Regionalforschung (S&W) und der Bergischen Universität Wuppertal – Umweltverträgliche Infrastrukturplanung Stadtbauwesen (LUIS). Gefördert von der Stiftung Mercator. Projektlaufzeit: 11/2012-12/2016 Projektseite: https://wupper-inst.org/p/wi/p/s/pd/402 	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung von Vorschlägen für Annahmen zur Modellierung von Push- und Pull-Maßnahmen in S&Ws integriertem Modell Ruhrgebiet 2050. Recherche und Darstellung guter Maßnahmenbeispiele für die modellierten Push- und Pull-Maßnahmen in Steckbriefen (Reutter et al. 2017). Recherche und Darstellung von Modal Split-Entwicklungen in ausgewählten Vorreiterstädten. 	<p>Miriam Müller:</p> <ul style="list-style-type: none"> Schreiben des Fachartikels; außer: erste Hälfte des Abschnitts 2.3 „Integrated land use transport (ILUT) models“ (Textbeitrag von Prof. Dr.-Ing. Michael Wegener†). Entwicklung der grafischen Abbildungen und tabellarischen Übersichten wie im Fachartikel dargestellt (Modellierungsgrafiken von S&W). <p>Oscar Reutter:</p> <ul style="list-style-type: none"> Komentierung von Zwischenständen.

Anhang

	Forschungsgrundlagen	Beiträge der Promovendin im Forschungsprozess	Beiträge der Autor*innen beim Fachartikel
4. Fachartikel „Moving cities forward“	<ul style="list-style-type: none"> • Forschungsprojekt „WeWeGe: Die Verkehrswendpunkte in Städten gestalten – oder: Wie kann der Wandel zu nachhaltiger Personenmobilität erfolgreich gestaltet werden?“ • Gefördert von der ADAC Stiftung • Projektlaufzeit: 4/2018-9/2020 • Projektseite: https://wupper-inst.org/p/wi/p/s/pd/780 	<ul style="list-style-type: none"> • Beantragung der Forschungsfördermittel. • Konzeption der Forschungsfrage und des Forschungsdesigns. • Eigenständige Durchführung des Forschungsprojekts einschließlich Forschungsaufenthalten in den Städten Bremen, Karlsruhe und Leipzig zur Durchführung von insgesamt 47 Expert*innen-Interviews. • Eigenständige Auswertung und Darstellung der Forschungsergebnisse in Ergebnisberichten an die ADAC Stiftung (bisher unveröffentlicht). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbereitung der Forschungsergebnisse zu einem Manuskript, das beim Journal of Environmental Innovations and Societal Transitions eingereicht wurde (Stand Juli 2024). • Einarbeitung von Reviewer-Anmerkungen und erneute Einreichung beim Fachjournal (Stand Juli 2024).

8.3 Abstracts der vier referierten Fachartikel (drei veröffentlicht, einer im Review-Prozess, Stand Juli 2024)

Müller, Miriam & Reutter, Oscar (2017): Vision Development towards a Sustainable North Rhine-Westphalia 2030 in a science-practice dialogue. Sustainability 2017, 9(7), 1111 <https://doi.org/10.3390/su9071111> (open access)

Abstract: The paper presents the results of a participatory vision development process in the Federal State of North Rhine-Westphalia (NRW) in Germany. The vision development was part of a scientific research project that accompanied the development of a sustainability strategy for NRW at state level. The Sustainability Strategy NRW was adopted in July 2016 and contains parts of the vision developed in the research project: Sentences from the narrative text vision and proposed targets and indicators that back-up the vision for a sustainable NRW in 2030 were used by the state of NRW. The vision was developed in iterative steps in three consecutive dialogue rounds with different stakeholders from science and practice. The paper presents the methodological approach and the results of the vision formulation process. The paper discusses the lessons learned from the vision development—from both practical and theoretical perspectives of transition management. The paper explores the relevance of setting ambitious targets for sustainable development as part of a state strategy by taking the proposed target of a “4 × 25% modal split” by 2030 as an example. The project demonstrated that a participatory approach for vision development is time and resource consuming, but worth the effort as it improves the quality and acceptance of a vision. Furthermore, the project demonstrated that transformative science contributes valuable inputs for sustainability transitions and for facilitating participatory vision development.

Müller, Miriam & Reutter, Oscar (2020): Benchmark: Climate and environmentally friendly urban passenger transport – the concepts of the European Green Capitals 2010-2020. Transport Policy and Practice, vol. 26.2, März 2020, S. 21-43. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7501/file/7501_Mueller.pdf (open access)

Abstract: Since 2010, the European commission gives the title “European Green capital award” to a European city as result of a competitive application, evaluation and ranking process. until today (2010-2020), eleven European cities have received the award for leading the way in environmentally friendly urban development. The paper asks the question: What benchmark do these cities represent for sustainable and climate-friendly urban mobility? To answer this question, the original applications of the European Green capitals and further documents are reviewed and evaluated. The study describes the transport concepts and measures of the European Green capitals and cross-evaluates the application forms regarding modal shifts, greenhouse gas reductions and avoid-shift-improve approaches. The analysis demonstrates that all cities pursue modal shift strategies with push and pull approaches to improve the urban environment and to reduce greenhouse gas emissions. Some cities have realized substantial reductions of the modal share of car use or have targets to (further) do so. The analysis provides the first descriptive outline (“big picture”) of the sustainability-oriented transport concepts of the European Green capitals. It is the merit of the competition that such information about cities, which can be considered to be leading in sustainable urban development, is freely available for analysis and learning. The paper outlines further steps that should be taken by research, policy and practice for learning purposes.

Müller, Miriam & Reutter, Oscar (2022): Course change: Navigating urban passenger transport toward sustainability through modal shift. International Journal of Sustainable Transportation 2022, Vol. 16 (8), S. 719-734.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15568318.2021.1919796> (open access)

Abstract: Staying within the 2°C (preferably 1.5°C) limit requires fast and fundamental system changes, also in urban passenger transport. Shifting car traffic to environmentally friendly transport modes is one central strategy to make urban transport more sustainable and climate friendly. However, in most cities car use remains high. Therefore, this paper analyzes what course change is needed regarding direction, scale and speed of change for urban sustainability and climate protection reasons. The paper analyzes the role of modal shift as a strategy in itself and in relation to land-use (avoid) and efficiency (improve) measures. The paper draws on insights from European frontrunning cities and explorative forecasting scenarios calculated with the sophisticated integrated land-use transport model “Ruhr Region 2050”. The paper suggests that a significant reduction of urban car use is needed (direction) that roughly equals a fast halving of car use (scale), which has proven feasible under the current socio-political conditions by annual reduction rates of 0.5 to 1.5 percentage points of the trip-based modal share of car use (speed). Significantly reducing car use requires comprehensive and high-intensive measures that go far beyond usual practices. Modal shift measures need to play a crucial role in integrated approaches with land-use (avoid) and efficiency (improve) measures because they have the potential to significantly reduce car use and CO₂ emissions and because they can produce comparatively fast effects – which makes modal shift measures first aid approaches to achieve a fast “bending of the curve” of excessive car use and growing CO₂ emissions.

Müller, Miriam (eingereicht 2023, aktuell im Review, Stand Juli 2024): Moving cities forward – Better understanding reconfigurative pathway creations in urban mobility using whole systems analysis and ,urban landscapes‘. Eingereicht beim Journal of Environmental Innovation and Societal Transitions (Stand Juli 2024).

Abstract: In a comparative “whole system” analysis, the paper aims to understand “why” (success mechanisms) and “how” (dynamics) three German case study cities have become relatively successful in sustainable mobility through modal shift. The conceptual framework analyses reconfigurative mobility pathways by identifying key “branching phases” when considerable change took place and identifies structure, agency and situative factors to understand multi-regime and procedural knock-on developments. The paper systematically considers the role of „place“ by considering a layer of ‘urban landscape’ as deeply rooted local characteristics that provide additional explanatory value for better understanding locally-specific pathways. Framework application visualizes pathways and underlying structure-agency relations, interrelations across time and the role of agency for pathway creations. ‘Deep’ transitions require changes in values, perceptions and cultures that can be sensed in the cities analyzed. Change agents need transformative literacy to ‘read’ and act appropriately to structural conditions and ongoing transition processes.

8.4 Zeitschriften-Metriken der vier referierten Fachartikel

Die Fachzeitschriften werden entlang der folgenden Metriken dargestellt:

- **Review-Verfahren:** Das Peer-Review-Verfahren ist das häufigste Verfahren, das Fachzeitschriften zur Qualitätsprüfung der zur Publikation eingereichten Manuskripte anwenden. Dabei werden wissenschaftliche Arbeiten von unabhängigen Gutachter*innen aus Fachbereichen, die für einen Fachartikel relevant sind („Peers“ = engl. für „Ebenbürtige“, „Gleichrangige“), bewertet. Gleichzeitig gilt die Anwendung eines Peer-Verfahrens „als wichtiger Faktor bei der Einschätzung der Bedeutung einer wissenschaftlichen Zeitschrift“ (Humboldt Universität zu Berlin 2013). Unterschieden wird zwischen Single-Blind-Verfahren, bei denen die Autor*innen nicht erfahren, wer die Gutachter*innen sind und dem Double-Blind-Verfahren, bei dem sowohl die Autor*innen als auch die Gutachter*innen nicht erfahren, wer der/die jeweils anderen sind.
- **Impact Factor:** Der Impact Factor (IF oder Journal Impact Factor, JCR) gibt an, wie häufig ein in einer Zeitschrift veröffentlichter Fachartikel im Durchschnitt von anderen wissenschaftlichen Artikeln pro Jahr zitiert wird. Die Impact Faktoren werden einmal jährlich in den Journal Citation Reports (JCR) als kommerzielles Produkt der Firma Clarivate Analytics veröffentlicht. Als Datengrundlage dienen die in der Zitationsdatenbank „Web of Science“ erfassten Zeitschriften und die darin erfassten Zitationen (TU Berlin o.J.). Es kann nur schwer allgemeingültig gesagt werden, was ein „guter“ Impact Factor ist, da Fachartikel in Fachdisziplinen mit vielen Forscher*innen auch häufiger zitiert werden und somit höhere Impact Faktoren erreichen (so liegt beispielsweise der IF der renommierten Fachzeitschrift *Nature* bei 50,5 (2023)). Zitierungen sollten deshalb nur innerhalb einer Disziplin bzw. zwischen thematisch ähnlichen Zeitschriften verglichen werden. Allgemein wird gesagt, dass ein IF von mehr als 10 „exzellent“ sei und der durchschnittliche IF bei unter 1 liege (Gersdorff 2020).
- **Scopus CiteScore:** Wie der Impact Factor ist der CiteScore eine Kennzahl, die die Bedeutung einer Zeitschrift beschreibt. Grundlage für die Berechnung sind die über 29.000 in Scopus gelisteten Zeitschriften (Elsevier 2024). Der Scopus CiteScore misst die durchschnittliche Anzahl an Zitationen pro Dokument, das in einer Fachzeitschrift in einem bestimmten Jahr publiziert wird (Universitätsbibliothek der Freien Universität Berlin o.J.).
- **SJR – Scimago Journal & Country Rank:** Mit SJR wird der Rang einer Zeitschrift gemessen. Neben der Zitierhäufigkeit wird auch der Rang der zitierenden Zeitschrift berücksichtigt. „Ein hoher Wert steht also für eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass die Artikel dieser Zeitschrift in anderen hochrangigen Zeitschriften zitiert werden“ (Universitätsbibliothek der Freien Universität Berlin o.J.). SJR ermöglicht es, die Relevanz eines Journals in bestimmten Forschungsbereichen abzuschätzen, indem Journals für verschiedene Forschungsbereiche in vier Quartile eingeteilt werden: 25% der Journals mit den höchsten Impact Factors eines Forschungsbereichs werden dem Q1 zugeordnet, die 50% höchsten dem Q2, die 75% höchsten dem Q3 und Q4 beinhaltet alle bewerteten Fachjournals (Scientific Publications 2023).

1. referierter Fachartikel	Vision Development towards a Sustainable North Rhine-Westphalia 2030 in a science-practice dialogue⁹²
Autor*innen	Miriam Müller & Oscar Reutter
Journal & Ausgabe	Sustainability 2017, 9(7), 1111 (open access)
Review-Verfahren	Double blind peer review
Impact Factor	3,9 (2022)
Scopus CiteScore	2,5 (2017)
Acceptance rate	37% (Stand 2024)
SJR – Scimago Journal & Country Rank (Auswahl)	<ul style="list-style-type: none"> • Environmental Science (miscellaneous): Q2; Rang 101 von 362 gelisteten Journals (2017) • Geography, Planning and Development: Q2; Rang 191 von 787 gelisteten Journals (2017) • Renewable Energy, Sustainability and the Environment: Q2; Rang 107 von 252 gelisteten Journals (2017)
2. referierter Fachartikel	Benchmark: Climate and environmentally friendly urban passenger transport – the concepts of the European Green Capitals 2010-2020
Autor*innen	Miriam Müller & Oscar Reutter
Journal & Ausgabe	Transport Policy and Practice, vol. 26.2, März 2020, S. 21-43 (open access)
Review-Verfahren	Single blind peer review
Impact Factor	Kein Impact Factor
Scopus CiteScore	Kein CiteScore
SJR – Scimago Journal & Country Rank (Auswahl)	Kein SJR-Ranking
3. referierter Fachartikel	Course change: Navigating urban passenger transport toward sustainability through modal shift⁹³
Autor*innen	Miriam Müller & Oscar Reutter
Journal & Ausgabe	International Journal of Sustainable Transportation 2022, Vol. 16 (8), S. 719-734; (online Vorveröffentlichung am 1.6.2021)
Review-Verfahren	Double blind peer review
Impact Factor	3,9 (2022)
Scopus CiteScore	8,3 (2022)
Acceptance rate	11% (Stand 2024)
SJR – Scimago Journal & Country Rank	<ul style="list-style-type: none"> • Automotive Engineering: Q1; Rang 15 von 118 gelisteten Journals (2022)

⁹² Vgl. für die zum Journal aufgeführten Daten MDPI (o.J.): Journal Statics. <https://www.mdpi.com/journal/sustainability/stats> sowie die Webseite von SCImago: <https://www.scimagojr.com>

⁹³ Vgl. für die zum Journal aufgeführten Daten Tylor & Francis Online (o.J.): Journal Metrics. <https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?show=journalMetrics&journalCode=ujst20> sowie die Webseite von SCImago: <https://www.scimagojr.com>

Anhang

	<ul style="list-style-type: none"> • Civil and Structural Engineering: Q1; Rang 51 von 366 gelisteten Journals (2022) • Environmental Engineering: Q1; Rang 25 von 193 gelisteten Journals (2022) • Geography, Planning and Development: Q1; Rang 66 von 821 gelisteten Journals (2022) • Transportation: Q2; Rang 32 von 130 gelisteten Journals (2022)
4. Fachartikel (Manuskript)	Moving cities forward – Better understanding reconfigurative path-way creations in urban mobility using whole systems analysis and ‚urban landscapes‘
Autor*innen	Miriam Müller
Journal & Ausgabe	Environmental Innovation and Societal Transitions (open access-Finanzierung durch das Wuppertal Institut zugesagt) <i>Eingereicht und im Review-Verfahren (Stand Juli 2024)</i>
Review-Verfahren	Double blind peer review
Impact Factor	7,2 (2022)
Scopus CiteScore	13,1 (2022)
SJR – Scimago Journal & Country Rank	<ul style="list-style-type: none"> • Environmental Science (miscellaneous): Q1; Rang 18 von 422 gelisteten Journals (2023) • Renewable Energy, Sustainability and the Environment: Q1; Rang 22 von 252 gelisteten Journals (2023) • Social Sciences (miscellaneous): Q1; Rang 12 von 795 gelisteten Journals (2023)

Tabelle 8-1: Übersicht der Zeitschriften-Metriken der vier referierten Fachartikel (vierter Fachartikel im Review)

Im Folgenden werden die Zusammenhänge zwischen dem Verkehrssektor und den neun Planetaren Grenzen (Rockström et al. 2009, Richardson et al. 2023) tabellarisch dargestellt.

<p>Menschenverursachter Klimawandel: Der Verkehrssektor verursacht im Jahr 2019 rund 15% der globalen Treibhausgasemissionen (EPA 2024).</p>
<p>Veränderung in der Integrität der Biosphäre (funktionale Integrität & genetische Vielfalt): Die menschengemachte Erderwärmung beschleunigt die an sie gekoppelte, existenzielle „Zwillingskrise“ des Artensterbens (IPCC 2023, S. 16; Pörtner et al. 2023), die auch als „sechstes Massenaussterben“ bezeichnet wird (Ceballos et al. 2015) und zunehmend die Lebensgrundlage der Menschen bedroht (IPBES 2019). Der Verkehr verursacht insbesondere durch lineare Verkehrsinfrastrukturen und die Zerschneidung von Lebensräumen eine Gefährdung von Arten und deren Populationen, z.B. durch die Verkleinerung und Isolation von Habitaten und die Unterbindung von Wanderbeziehungen, was zu einer genetischen „Verarmung“ führt und die Artenvielfalt bedroht (Netz 2022). Neuere Studien zeigen, „dass Straßen und</p>

die darauf fahrenden Autos einen erheblichen, bisher völlig unterschätzten Beitrag zur Zerstörung von Biotopen und der Ausrottung von Tierarten leisten“ (Holzapfel nach Wille 2024, o.S.; vgl. auch Donald 2023). Oder: „Traffic may be as important as industrial farming for destroying wildlife“ (Smith 2023, o.S.). Das Ausmaß der Landschaftszerschneidung wird am Beispiel des in Teilen dicht besiedelten NRWs deutlich, wo es bei einer Gesamtfläche von über 34.000 km² „gerade einmal“ noch sechs unzerschnittene verkehrsarme Räume gibt, die größer als 100 km² sind (Lucht et al. 2021, S. 41).

Überladung mit neuartigen Stoffen⁹⁴: Durch den Abrieb von Fahrzeugreifen gelangen in Deutschland jährlich rund 100.000 Tonnen Mikroplastik in die Umwelt (Böden, Gewässer, Meere) – etwa ein Drittel des gesamten Aufkommens (Öko-Institut 2020; vgl. auch UBA 2020a, S. 24). Die Wirkungen von Mikroplastik auf Mensch und Ökosysteme sind bislang erst marginal erforscht. Erste Forschungsergebnisse zeigen, dass chemische Stoffe aus dem Abrieb von Autoreifen in Blattgemüse angereichert werden und so in die Nahrungsmittelkette gelangen können, mit bislang unbekanntem Folgen für die Gesundheit der Menschen (GEO 2024). Köhler vom Öko-Institut weist darauf hin, dass Ersatzmaterialien wie bioabbaubare Kunststoffe die Umweltprobleme nicht lösen, sondern lediglich zu einer Problemverlagerung führen (Öko-Institut 2020), weshalb etwa eine Erhöhung des Naturkautschuk-Anteils⁹⁵ im Sinne des „do no significant harm“-Prinzips (ZOE 2022) keine nachhaltige Lösung für das Problem darstellt.

Veränderung der Landnutzung: In Deutschland werden im Jahr 2022 14,5% der Bodenfläche für Siedlungs- und Verkehrszwecke genutzt; davon entfallen 5,1% auf Verkehrszwecke (1,8 Mio. Hektar) (destatis 2024a), das ist eine Fläche größer als das Bundesland Schleswig-Holstein (1,6 Mio. Hektar). Im Zeitraum 2020 bis 2022 wurden jeden Tag rund 54 Hektar neu für Siedlungs- und Verkehrsflächen ausgewiesen, davon rund 4,3 Hektar als Verkehrsflächen (UBA 2024e), das entspricht einer Größe von mehr als sechs Fußballfeldern pro Tag.⁹⁶ Während Siedlungs- und Verkehrsflächen zu etwa 45 Prozent versiegelt sind (UBA 2024a), dürfte der Anteil bei Verkehrsflächen höher liegen (asphaltierte Straßen gegenüber Gärten und Parks bei Siedlungsflächen). Durch Bodenversiegelung gehen wichtige Bodenfunktionen verloren, wie die Wasserdurchlässigkeit und die Bodenfruchtbarkeit (Verlust der Bodenfauna; ebd.). Gerade in Städten beeinflusst ein hoher Versiegelungsgrad das Kleinklima negativ, weil versiegelte Böden kein Wasser verdunsten können, sie dadurch im Sommer nicht zur Kühlung der Luft beitragen und wertvolle Flächen für Begrünungs- und Bewässerungsmaßnahmen sowie zur Verschattung durch Bäume nicht zur Verfügung stehen (ebd.). Die Bundesregierung verfolgt im Rahmen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie als Beitrag zu SDG 11 „Nachhaltige Städte und Gemeinden“ das Ziel, die Neuinanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke bis zum Jahr 2030 auf „durchschnittlich unter 30 Hektar“ zu reduzieren (Ist

⁹⁴ Z.B. synthetische Chemikalien, Mikroplastik, radioaktive Materialien, genetisch modifizierte Organismen; vgl. Richardsson et al. 2023, o.S.

⁹⁵ So wurden Reifen früher hauptsächlich aus Naturkautschuk hergestellt, „aber neuere synthetische Zusammensetzungen enthalten chemische Verbindungen, die als Elastomerpolymere bezeichnet werden und elastische, kautschukähnliche Substanzen sind“ (Industrial Physics o.J.). Eine – sofern eine solche Option prinzipiell gegeben sein sollte – erneute Rückumstellung auf Naturkautschuk würde beispielsweise ein „do no significant harm“-Prinzip betreffen, da der Anbau von Naturkautschuk mit negativen ökologischen und sozialen Effekten verbunden ist, wie der Rodung von Regenwäldern, dem Anbau von Monokulturen, einem hohen Pestizideinsatz und einer Abhängigkeit von Kleinbäuerinnen und Kleinbauern von stark schwankenden Kautschukpreisen (WWF 2023).

⁹⁶ FIFA-Norm für das markierte Fußballspielfeld: Länge 105 Meter, Breite 68 Meter = 7.140 Quadratmeter = 0,714 Hektar (FIFA 2016, S. 49).

2021: 55 Hektar/Tag); bis zum Jahr 2030 soll eine Flächenkreislaufwirtschaft erreicht werden, bei der netto keine neuen Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke beansprucht werden sollen (Bundesregierung 2021, S. 270 f.; Bundesregierung 2022, S. 24).

Veränderungen in Süßwassersystemen („grünes“ Wasser und „blaues“ Wasser): Der Verkehrssektor beeinflusst Veränderungen in Süßwassersystemen vor allem durch die Belastung von „blauem Wasser“ in z.B. Flüssen und Seen durch Schadstoffeinträge (z.B. Chemikalien und Mikroplastik durch Reifenabrieb, vgl. Global Nature Fund & Bodensee Stiftung 2021, S. 4). Gerade in Städten führen versiegelte Verkehrsflächen mit weniger Grün- und Blauflächen zu einer schlechteren Versickerung von Regenwasser und einer geringeren Verdunstung von in Böden und Pflanzen gespeichertem „grünen Wasser“, wodurch sich bei hohen Temperaturen stärkere, gesundheitsgefährdende Hitzeinseln bilden können (Krieger 2022).

Ozeanversauerung: Ozeane absorbieren etwa 30% der vom Menschen emittierten CO₂-Emissionen (Gruber et al. 2019, o.S.). Dadurch sinkt der pH-Wert des Wasser, wodurch das Oberflächenwasser der Meere heute um fast 30 Prozent saurer ist als zu Beginn der Industrialisierung – „so einen schnellen Anstieg gab es laut Bericht des Weltklimarats in der Erdgeschichte seit mindestens 26.000 Jahren nicht mehr“ (Krieger & Nicolai 2022). Durch CO₂-Emissionen trägt der Verkehr zur Versauerung der Ozeane bei und eine damit einhergehende Verschlechterung der Lebensbedingungen für bestimmte marine Lebewesen (Plankton, Korallen, Muscheln, Schnecken und andere Tiere mit Kalk-Skeletten und -schalen) (ebd.).

Ozonabbau in der Stratosphäre: Durch die CO₂-Emissionen trägt der Verkehrssektor auch zum Abbau der Ozonschicht bei, da Wissenschaftler*innen davon ausgehen, dass der CO₂-Anstieg in der Atmosphäre, der in Bodennähe zu höheren Temperaturen führt, die Stratosphäre kühlt, „was vermutlich den polaren arktischen Ozonverlust in den letzten Jahren verstärkt hat“ (Krieger & Krautwig 2022; vgl. auch Gathen et al. 2021).

Zunahme der Aerosolbelastung: Der Verkehrssektor trägt zur Aerosolbelastung durch Luftschadstoffe bei, die die Strahlenbilanz der Erde verändern können. Global wird die planetare Grenze der Luftverschmutzung bislang eingehalten; auf regionaler Ebene sind aber bereits negative Auswirkungen feststellbar, etwa in städtischen Gebieten, in denen sich Smog gebildet hat (Krautwig 2022). Die Europäische Umweltagentur bezeichnet Luftverschmutzung als das größte von Umweltbedingungen ausgehende Gesundheitsrisiko (EEA 2022; Ärzteblatt 2023). Gerade in Städten sind Menschen den vom Straßenverkehr verursachten Luftschadstoffen unmittelbar in ihrem Wohn- und Lebensumfeld ausgesetzt.⁹⁷ Die Europäische Umweltagentur schätzt die Anzahl der vorzeitigen Todesfälle in der EU aufgrund von PM_{2,5}-Feinstaubkonzentrationen von über 5 µg/m³ auf 238.000 Menschen im Jahr 2021 (für Deutschland: über 32.000 vorzeitige Todesfälle / 39 je 100.000 Einwohner*innen, vgl. EEA 2023), sowie weitere Todesopfer aufgrund von Stickstoffdioxid-Belastung (49.000 vorzeitige Todesopfer) und erhöhten Ozonwerten, die durch Verkehrsemissionen mitverursacht werden (24.000 vorzeitige Todesfälle) (ebd.).

⁹⁷ So ist der Verkehr einer der Hauptmitverursacher von besonders hohen Feinstaubkonzentrationen in Städten durch (Diesel-)Ruß, Reifenabrieb und aufgewirbeltem Staub (UBA 2023b). Und auch bei Stickstoffoxiden, von denen Ballungsräume besonders stark belastet sind, ist der Verkehr einer der Hauptverursacher (37% der Emissionen in 2021; UBA 2023c).

Veränderungen in biogeochemischen Kreisläufen (Stickstoff & Phosphor): Neben der Landwirtschaft und der Industrie/Energiewirtschaft stellt der Verkehr den dritten großen Treiber für Stickstoffeinträge in die Umwelt in Deutschland dar (ca. 11 Prozent, BMUV 2024). Bei zu großen Mengen Stickstoff gelangt Nitrat ins Grundwasser und in die Meere, wo es zu „sauerstoffarmen Todeszonen“ führt (Karthäuser et al. 2019). Ein Überangebot der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor in ursprünglich nährstoffarmen Gewässern kann dort zur Eutrophierung führen, d.h. ein übermäßiges Wachstum von Algen und Wasserpflanzen bewirken, das „anderen Pflanzenarten, vielen Kleinlebewesen und Tieren die Lebensgrundlage (entzieht)“ (UBA 2024h: „Eutrophierung“).

Eigene Zusammenstellung

Tabelle 8-2: Übersicht der Zusammenhänge zwischen Verkehr und den neun Planetaren Grenzen

Anhang

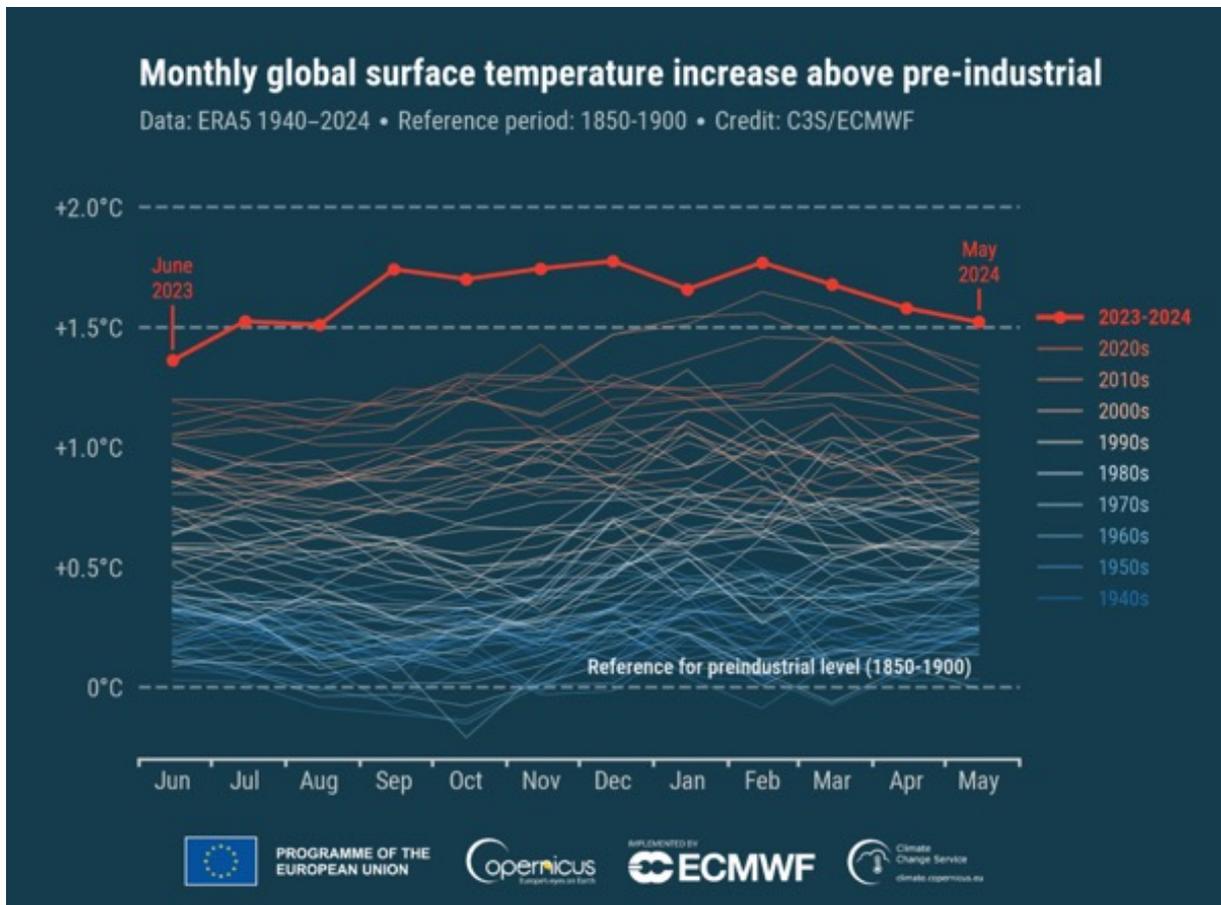
Jahr	Jahresemissionsmengen des Verkehrs in Mio. t CO _{2eq}		Bundespolitische Reaktion (im Folgejahr zu den überschrittenen Jahresemissionsmengen)	Bewertung durch den Expertenrat für Klimafragen
	Zulässig	Überschreitung		
2020	150	Keine Überschreitung	Kein Sofortprogramm erforderlich	/
2021	145	3	13.07.2022: Dreiseitiges Sofortprogramm Verkehr nach § 8 Abs. 1 KSG mit sechs Maßnahmen (BMDV 2022b).	Sofortprogramm könne die Einhaltung der Klimaziele nicht sicherstellen und sei „schon im Ansatz“ ohne hinreichenden Anspruch (Expertenrat für Klimafragen 2022a & b).
2022	139	9	21.06.2023: Veröffentlichung des Entwurfs für ein Klimaschutzprogramm 2023 als Sofortprogramm nach § 8 Abs. 1 KSG (BMWK 2023a) mit 50 Maßnahmen für den Verkehr (Beschluss: 04.10.2023); zudem gleichzeitiger Beschluss der Bundesregierung zur Abschaffung der Sektorziele.	Verkehrsmaßnahmen des Klimaschutzprogramms erfüllten die Bedingungen an ein Sofortprogramm nicht, da die Ambitionen der Maßnahmen „bei weitem“ nicht ausreichend seien, um den Verkehrssektor zurück auf einen KSG-Zielpfad zu bringen (Expertenrat für Klimafragen 2023a, S. 10).
2023	134	13	12.04.2024: Bundesverkehrsminister Wissing warnt vor erforderlichen Fahrverboten an Wochenenden zur Einhaltung der KSG-Klimaschutzvorgaben im Verkehr, sollte die 2023 beschlossene KSG-Novelle, deren politische Verabschiedung noch nicht erfolgt war, nicht vor Mitte Juli 2024 in Kraft treten; daraufhin Beschluss KSG-Gesetzesnovelle zur Abschaffung der „Sektorziele“ durch Bundestag (26.04.2024) und Bundesrat (17.05.2024); Ausfertigung & Verkündung durch Bundespräsidenten noch ausstehend (Stand: 10.07.2024).	Sondergutachten zur Bewertung der Projektionsdaten des Umweltbundesamts vom 15.03.2024 (Expertenrat für Klimafragen 2024b): Projektionsdaten weisen die Einhaltung des Klimaschutzziels für 2030 aus (Übererfüllung um 47 Mt. CO _{2eq} , bei denen Zielverfehlungen der Sektoren Verkehr und Gebäude durch Übererfüllungen in anderen Sektoren ausgeglichen werden (S. 8). Der Expertenrat hingegen hält eine Zielverfehlung bis zum Jahr 2030 für wahrscheinlicher und stellt diese fest (S. 10), dies hat jedoch keine auslösende Wirkung für bundespolitische Handlungserfordernisse (ebd.). Das Erreichen der Netto-THG-Neutralität wird weder für das Jahr 2045, noch für das Jahr 2050 erwartet. Empfehlung, nicht auf das Eintreten einer erneuten Zielverfehlung zu warten, sondern „unverzüglich“ mit der Erstellung weiterer Maßnahmen zu beginnen (S. 11) und dabei insbesondere die Einhaltung der europäischen Emissionsobergrenzen (ESR) sicherzustellen (ebd.), deren Verpflichtungen insbesondere die Sektoren Verkehr und Gebäude ab 2024 nicht erfüllen (S. 8).

Quellen: Zulässige Jahresemissionsmengen des Verkehrs nach Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) von 2019, geänderte Fassung vom 18.08.2021, Anlage 2 zu §4. Daten 2021: BMWK 2022; Daten 2022: UBA 2023a, S. 7.

Tabelle 8-3: Überblick der eingehaltenen bzw. überschrittenen Jahresemissionsmengen im Verkehr, politische Reaktionen und Bewertungen durch den Expertenrat für Klimafragen

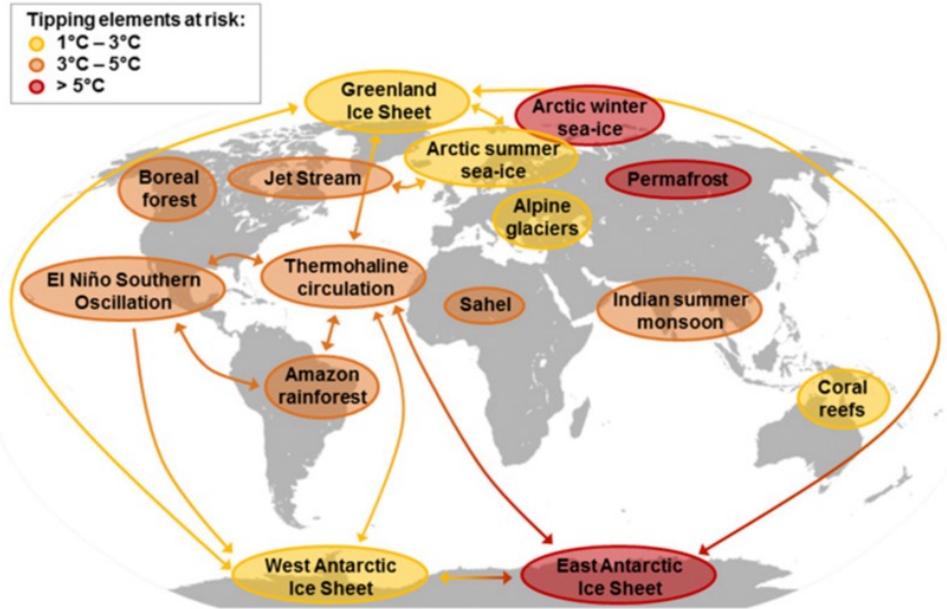
8.5 Den Rahmentext ergänzende Abbildungen

Im Folgenden werden mehrere Abbildungen aufgeführt, auf die im Rahmentext verwiesen wird.



Quelle: Copernicus Climate Change Service 2024e

Abbildung 8-1: Der Mai 2024 ist der zwölfte Monat in Folge mit Rekordtemperaturen der durchschnittlichen globalen Erderwärmung



Die „Tipping elements at risk“ zeigen die geschätzten Schwellenwerte der globalen Erderwärmung an, bei denen Kippunkte erreicht werden. Die Pfeile zeigen potenzielle Interaktionen zwischen den Kippunkten auf, die kaskadische Dynamiken entfalten könnten.

Quelle: Steffen et al. 2018, S. 8255

Abbildung 8-2: Weltkarte mit potenziellen Kippunkten, die kaskadische Kippdynamiken auslösen können

motorisiert	Bus und Bahn, Flugzeug	Anrufsammeltaxi, Bürgerbusse	Taxi	vermittelte Fahrgemeinschaften, CarSharing und Autovermietung	andere(s) selbstorganisierte(s) Fahrgemeinschaften und CarSharing	Fahrgemeinschaft im Haushalt und CarSharing im Haushalt	eigener/s Pkw, eigenes Motorrad, Moped, Segway...
						E-Bike*(oder Mofa) im Haushalt teilen	eigenes E-Bike* (oder Mofa)
teilmotorisiert				Pedelec-Verleihsysteme und -Vermietung		Pedelec** im Haushalt teilen	eigenes Pedelec **
						Fahrradteilen im Haushalt	zu Fuß und mit dem eigenen Fahrrad
nicht motorisiert			Rikscha	Fahrradverleihsysteme und -Vermietung			
	kollektiv			individuell			

* E-Bikes fahren mit elektrischem Antrieb und erreichen Höchstgeschwindigkeiten bis 45 km/h.

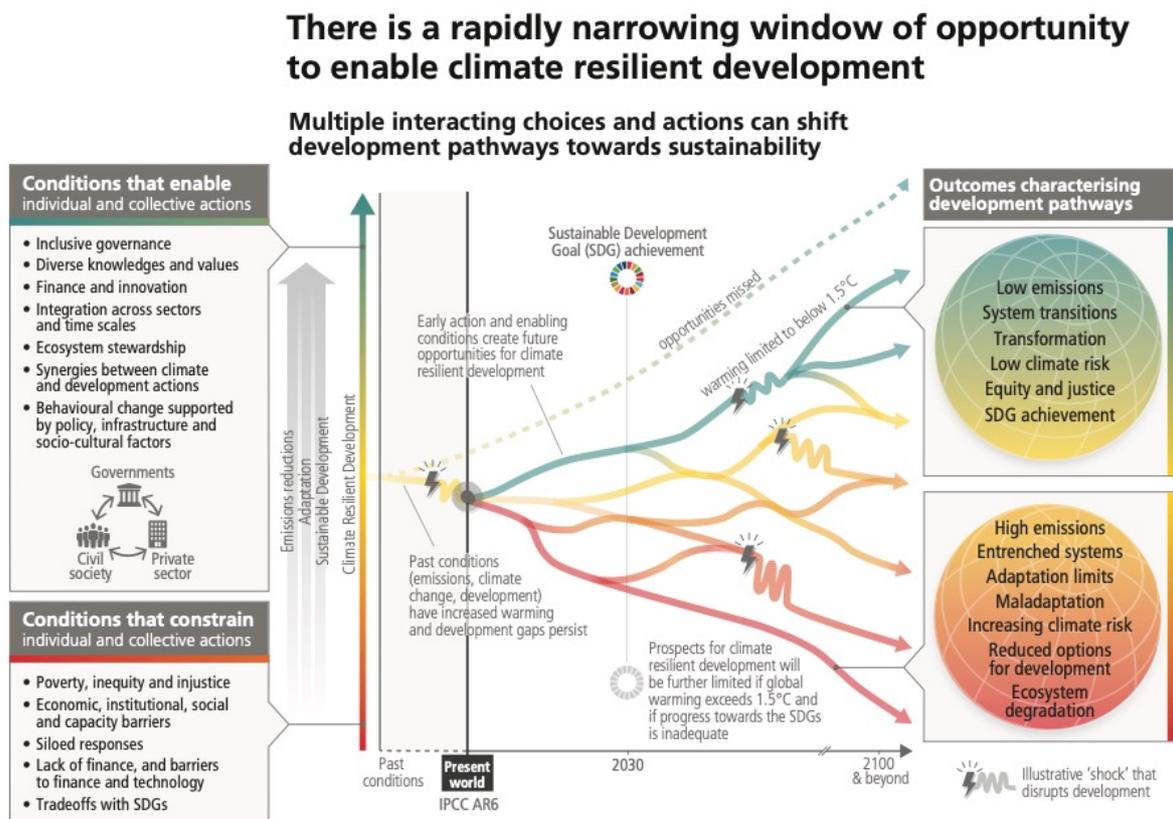
Der Antrieb kann durch eigenes Treten unterstützt werden. E-Bikes fahren aber auch ohne Treten.

** Pedelecs können das eigene Treten elektrisch unterstützen. Die Unterstützung geht nicht über 25 km/h hinaus.

Quelle: Holz-Rau 2018, S. 1578

Abbildung 8-3: Systematisierung der Verkehrsmittel im Alltagsverkehr entlang ihres Motorisierungsgrads und der Form ihrer Nutzung

8.6 Darstellung von Transformationspfaden zur Nachhaltigkeit des IPCC



Quelle: IPCC 2023, S. 25

Abbildung 8-4: Transformationspfade zur Nachhaltigkeit entlang von Abzweigungsphasen

8.7 Ergebnisgrafiken des vierten Fachartikels zu den Transformationspfaden in Bremen, Karlsruhe und Leipzig

Legend

Landscape level

-  Wider societal landscape
-  Urban landscape ('Eigenart')

Regime level

-  Socio-cultural factors
-  Funding & regulations
-  Local institutional settings
-  Technological & infrastructural developments

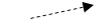
Situative factors

-  Triggering event and developments
-  Lucky coincidence

Niche & agency

-  Change agent
-  Actor coalition
-  Transformative action
-  Orchestrating actions, e.g. strategies, targets
-  Communication and narrative framing

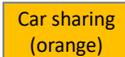
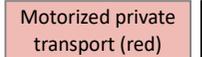
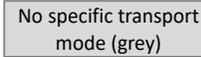
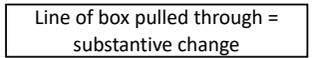
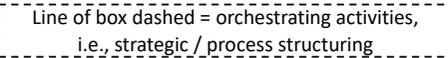
Transition dynamics

-  Accelerated
-  Continuity-based
-  Disruptive

Process perspective

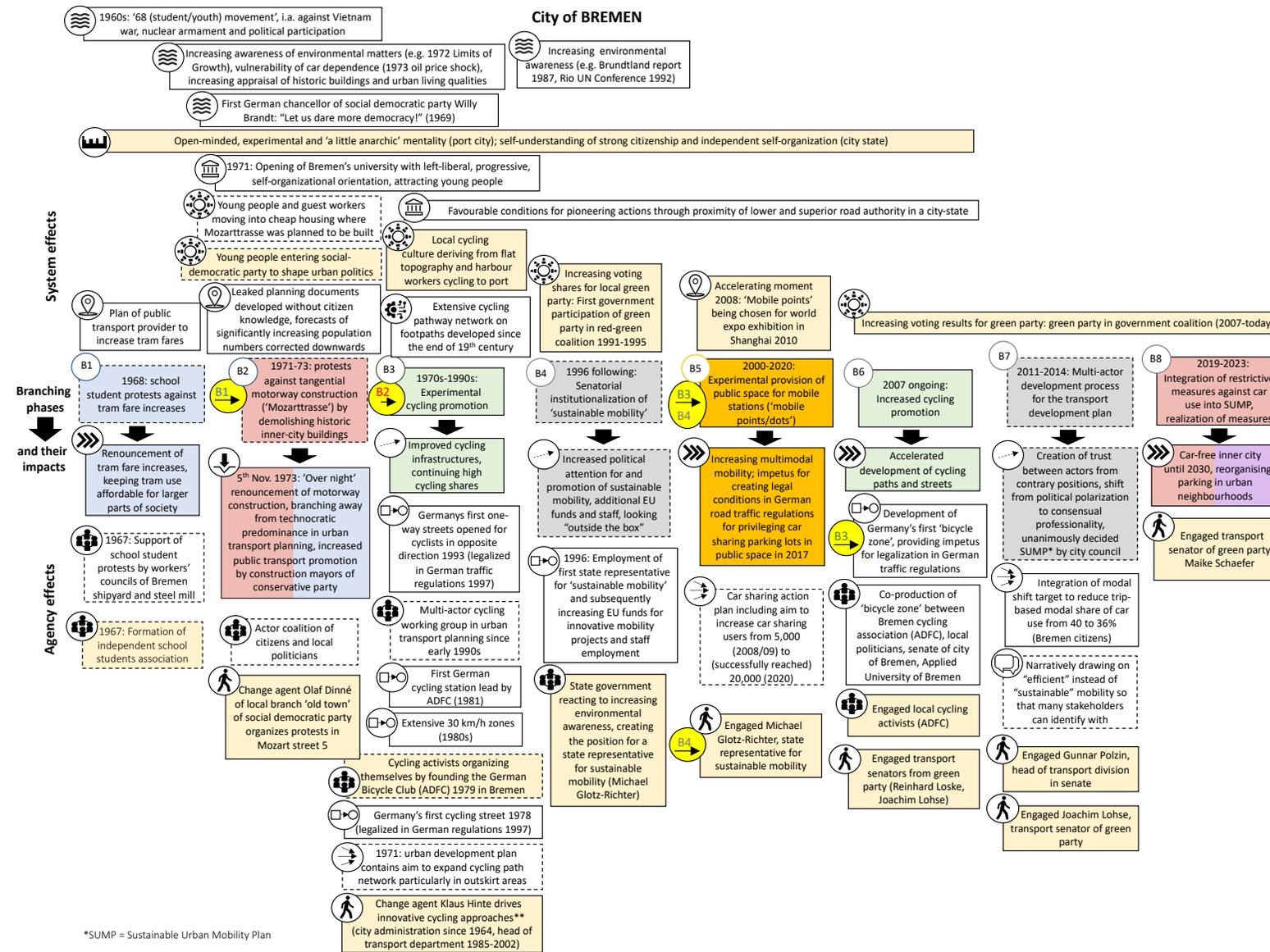
-  Influencing factors

Legend of colors / boxes

 Walking (purple)	 Cycling (green)	 Public transport (blue)	 Car sharing (orange)	 Motorized private transport (red)	 Dense & mixed-use city structures (brown)	 No specific transport mode (grey)
 Main influences (yellow)	 Line of box pulled through = substantive change		 Line of box dashed = orchestrating activities, i.e., strategic / process structuring			

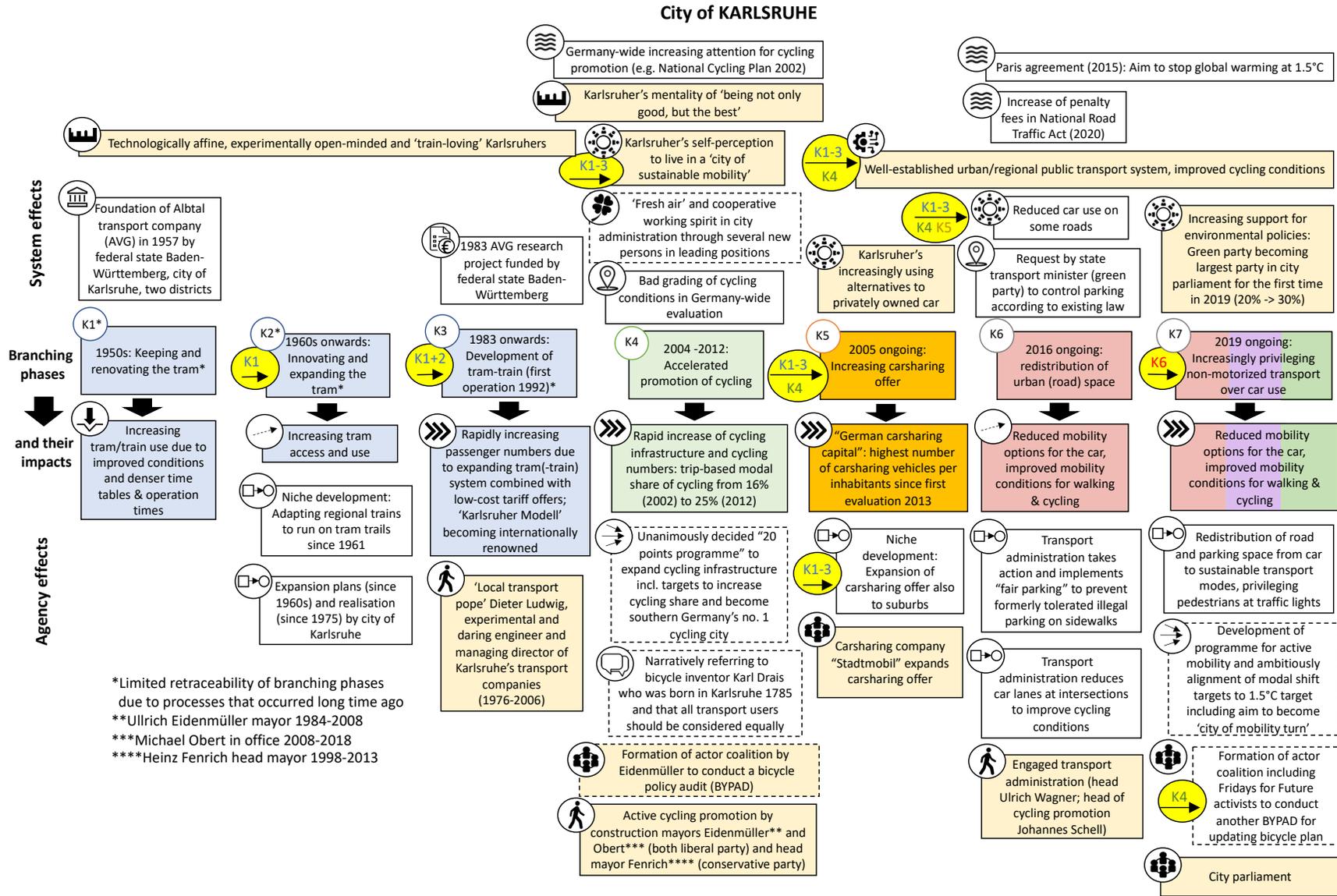
Eigene Abbildung

Abbildung 8-5: Legende zu den Transformationspfaden der Städte Bremen, Karlsruhe und Leipzig



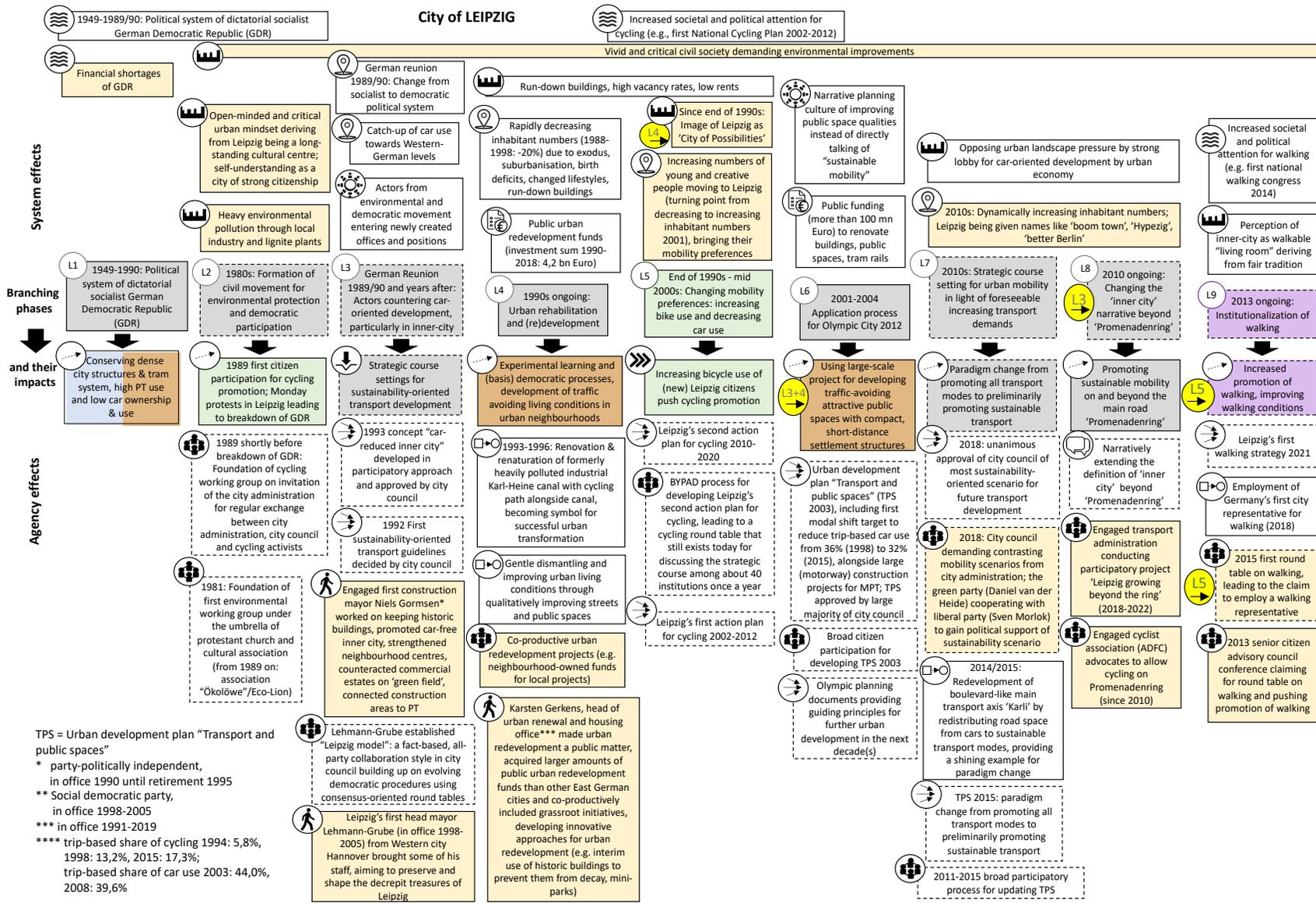
Eigene Abbildung

Abbildung 8-6: Transformationspfad im Stadtverkehr der Stadt Bremen



Eigene Abbildung

Abbildung 8-7: Transformationspfad im Stadtverkehr der Stadt Karlsruhe



Eigene Abbildung

Abbildung 8-8: Transformationspfad im Stadtverkehr der Stadt Leipzig

8.8 Kurzlebenslauf

Der Kurzlebenslauf ist entsprechend der Empfehlung der Universitätsbibliothek Wuppertal in der elektronischen Version der Dissertation nicht enthalten.

Anhang

8.9 Erster referierter Fachartikel: „Vision Development“

8.10 Zweiter referierter Fachartikel: „Benchmark“

8.11 Dritter referierter Fachartikel: „Course change“

8.12 Vierter Fachartikel: „Moving cities forward“
(Manuskript, im Review, Stand Juli 2024)