

# 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
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
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
<b>2 Warum Verkehrsverlagerung? Stand der Forschung zu Problemlage, Lösungsbeitrag und Gestaltungsansätzen .....</b>	<b>10</b>
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



<b>3</b>	<b>Wie viel? Modal Split Zielwertvorschlag.....</b>	<b>44</b>
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
<b>4</b>	<b>Womit? Größenordnung und Potenziale ambitionierter Verlagerungsmaßnahmen ...</b>	<b>57</b>
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 <sub>2</sub> -Reduktion – Erkenntnisse aus Szenarien und der realen Welt (Zusammenfassung) .....	61
<b>5</b>	<b>Wie? Verkehrsverlagerung als gemeinschaftliche Pfadkreation.....</b>	<b>65</b>
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
<b>6</b>	<b>Handlungsempfehlungen.....</b>	<b>79</b>
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
<b>7</b>	<b>Fazit: Grundlegender Wandel ist möglich .....</b>	<b>84</b>
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
<b>8 Anhang.....</b>	<b>134</b>
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 Kaths 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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 undutzungsgemischten 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 Großstadregionen. 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 CO<sub>2</sub>-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 Gerechtigkeitsinn.

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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> -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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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.<sup>1</sup> 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 Großstadtreionen (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

---

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

## Kapitel 1 – Einleitung

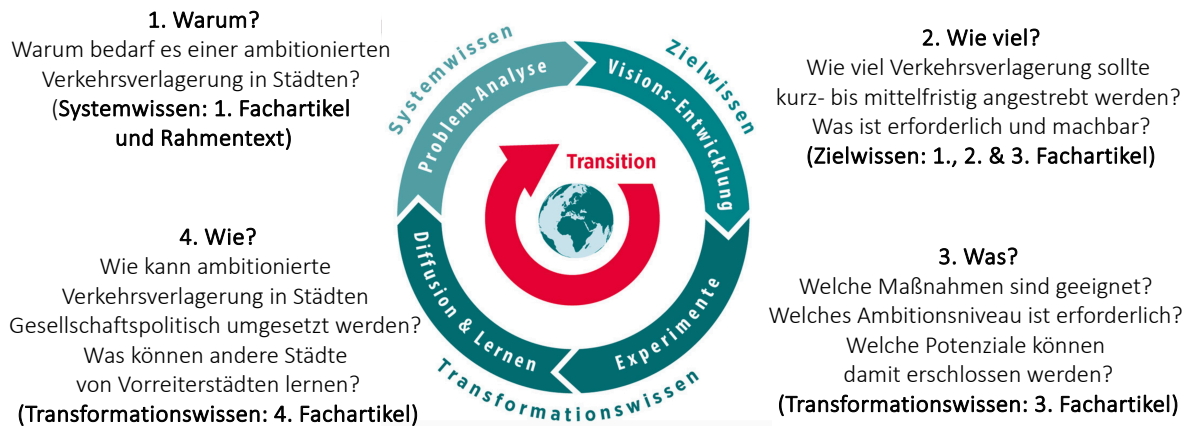
Unterstützung von Transformationsprozessen unterschiedliche Wissensarten erforderlich sind, insbesondere: 1. Systemwissen, das die Ist-Situation beschreibt und erläutert, wie sozio-technische Systeme funktionieren, welche Zusammenhänge es gibt und wie Problemlagen zu bewerten sind; 2. Zielwissen, das 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. <b>Warum?</b> – Warum bedarf es einer ambitionierten Verkehrsverlagerung in Städten? ( <b>Systemwissen</b> )	Verständnis für die Problemlage und die Relevanz der Strategie der Verkehrsverlagerung als Lösungsbeitrag im Gesamtzusammenhang der drei Strategien „Vermeiden – Verlagern – Verbessern“.
2. <b>Wohin?</b> – Wohin sollten sich Städte entwickeln hinsichtlich der Verlagerung von Verkehr? Wie viel Verkehrsverlagerung sollte in Städten kurz- bis mittelfristig angestrebt werden? ( <b>Zielwissen</b> )	Verständnis über die Richtung, Größenordnung und Geschwindigkeit erforderlicher und möglicher Verkehrsverlagerung.
3. <b>Womit?</b> – Welche Maßnahmen sind geeignet und notwendig? Welche Potenziale können damit erschlossen werden? ( <b>Transformationswissen</b> )	Erkenntnisse über das erforderliche Ambitionsniveau von Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung und deren Potenziale im Vergleich zu den Strategien der Verkehrsvermeidung und der Verkehrsverbesserung.
4. <b>Wie?</b> Wie und von wem können Ansätze ambitionierter Verkehrsverlagerung in Städten umgesetzt werden? Mit welchen Dynamiken ist das möglich? ( <b>Transformationswissen</b> )	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.



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).  Szenarietechniken (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 (Verkehrmaßnahmen).	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

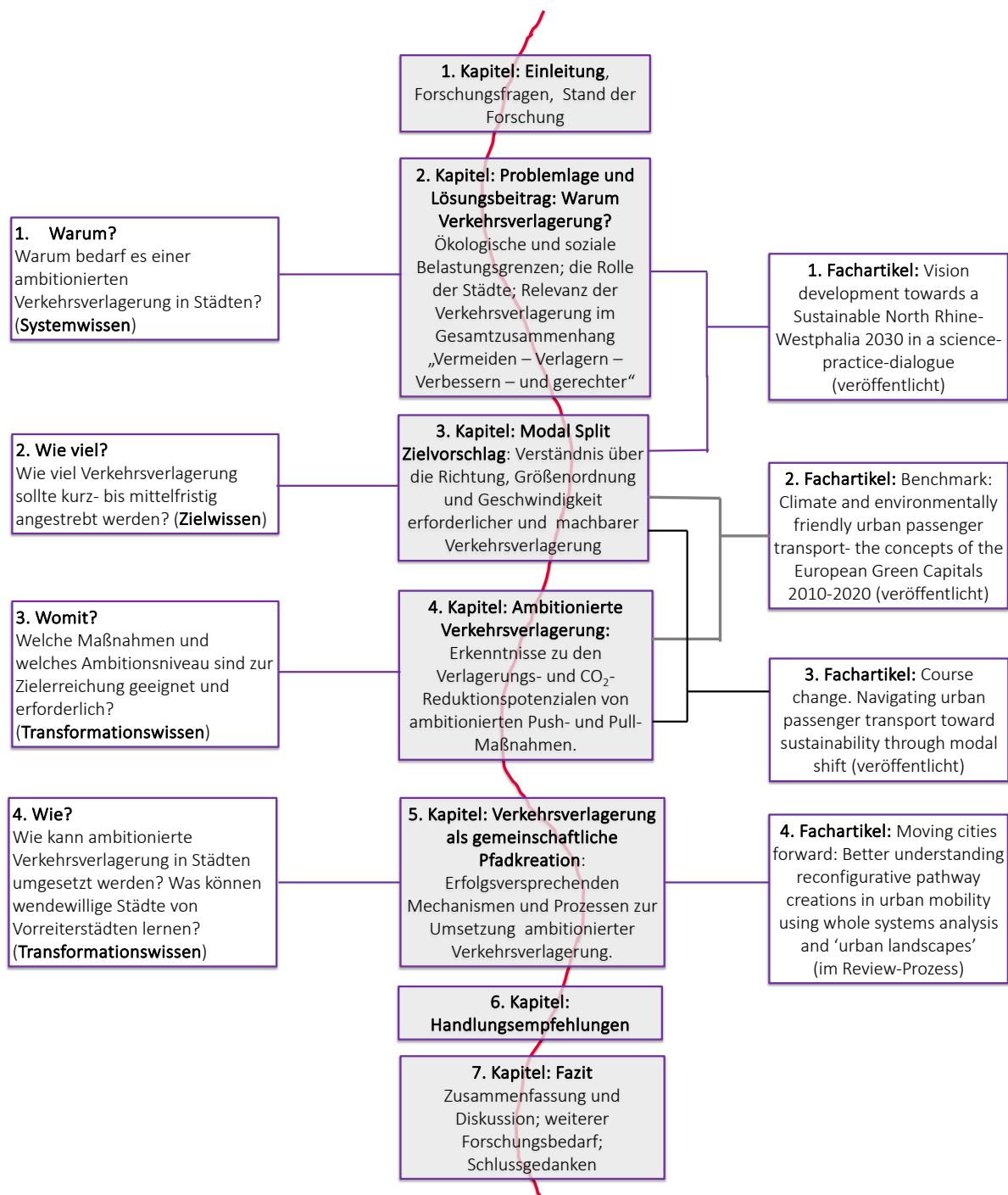
### 1.7 Aufbau: Publikationsbasierte Dissertation

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 Epoche<sup>2</sup> befinde („Anthropozän“),<sup>3</sup> 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)

---

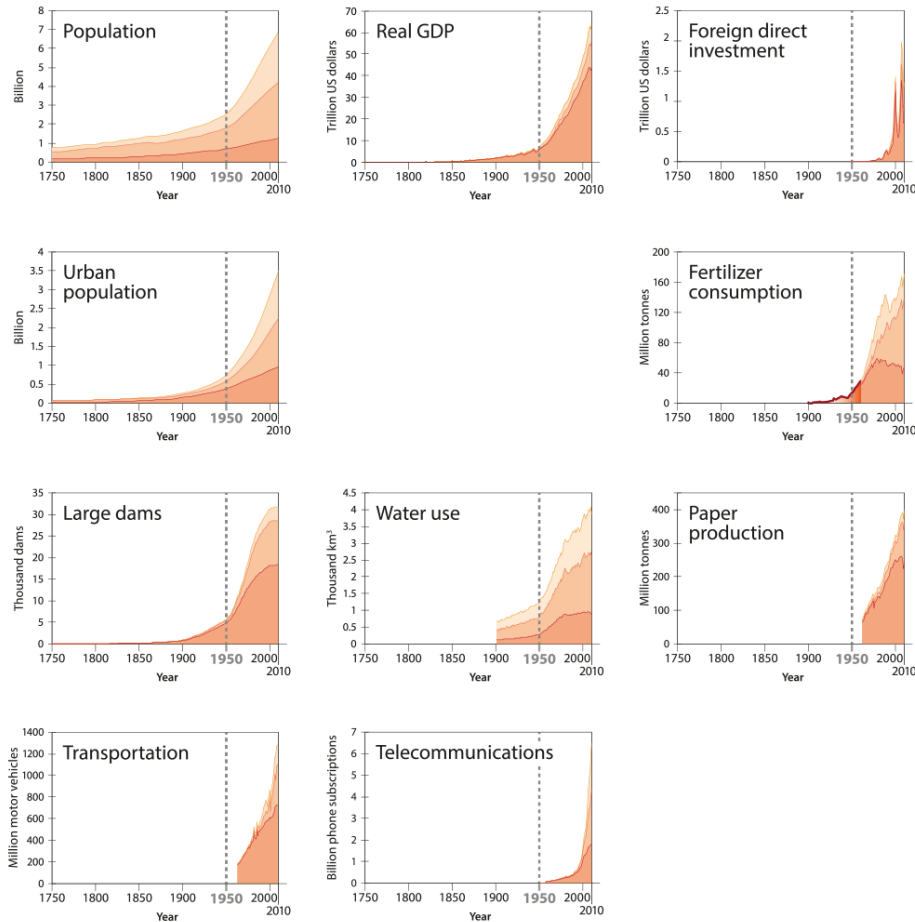
<sup>2</sup> Epochen bezeichnen in der Geologie im Vergleich zur Erdgeschichte relativ kurze Zeitspannen, die jedoch mehrere Millionen Jahre umfassen können. Anfang und Ende einer Epoche sind gekennzeichnet durch einschneidende Veränderungen im globalen Erdsystem, wie etwa dem Übergang von der letzten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

<sup>3</sup> Vgl. Crutzen & Stoermer 2000; Crutzen 2002; Subcommission on Quaternary Stratigraphy 2019.

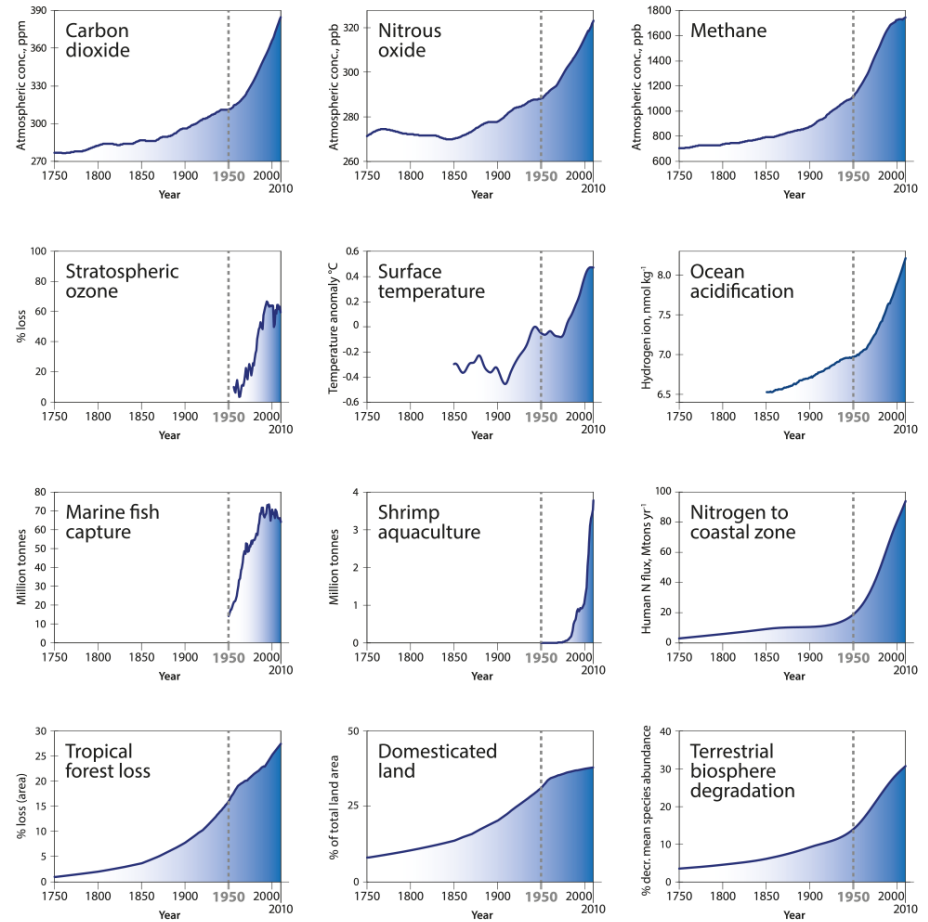
## Kapitel 2 – Warum Verkehrsverlagerung?

### Socio-economic trends

OECD BRICS Others



### Earth system trends

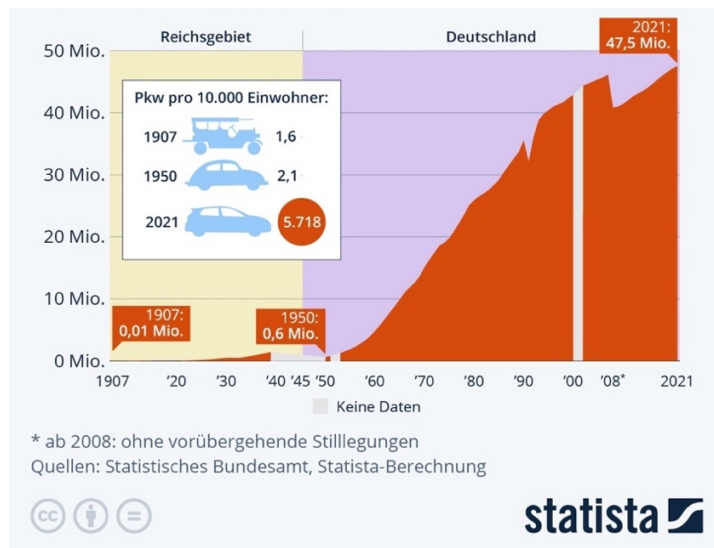


OECD: aktuell 38 Mitgliedsstaaten vor allem westlicher Industriestaaten sowie mittlerweile einiger Schwellenländer (Juli 2024; vgl. OECD 2024a) mit insgesamt 1,38 Mio. Menschen in 2022 (OECD 2024b); BRICS: Zusammenschluss schnell wachsender Volkswirtschaften, die im Jahr 2022 45% der Weltbevölkerung 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

## Kapitel 2 – Warum Verkehrsverlagerung?

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,<sup>4</sup> geht die „große Beschleunigung“ bislang fast ungebrems weiter. Das zeigt sich sowohl an den global weiterhin zunehmenden Treibhausgasemissionen (Crippa et al. 2023; Latif nach Volkswagen Stiftung 2022) als auch am

<sup>4</sup> 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: global<sup>5</sup> und auch in Deutschland<sup>6</sup> (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

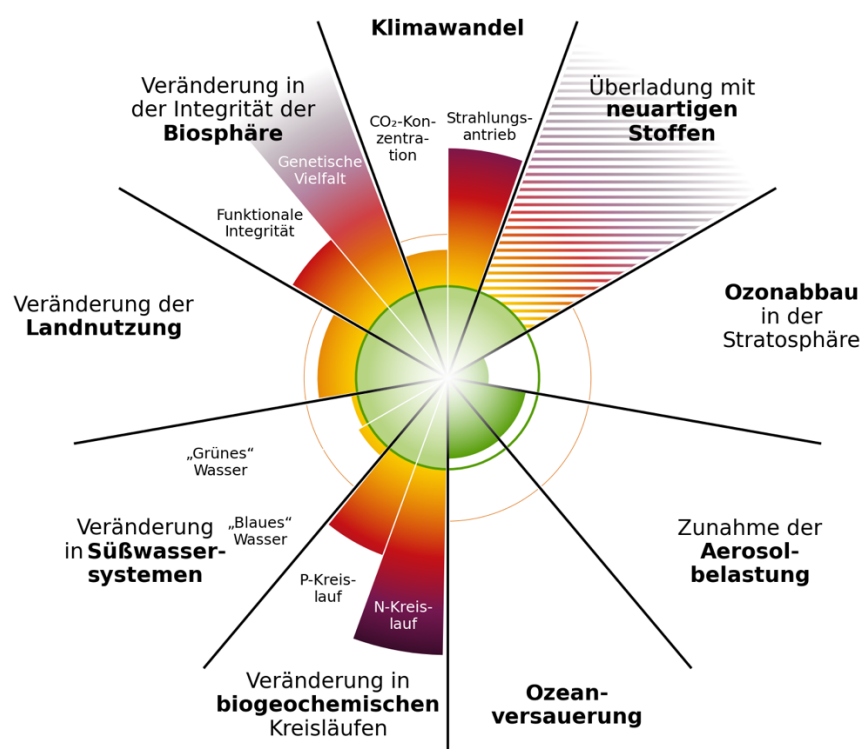
In den Nachhaltigkeitswissenschaften werden planetaren Belastungsgrenzen zunehmend als leitgebende Planken für unsere wirtschaftlichen Aktivitäten aufgezeigt und konkretisiert. Das Konzept der Planetaren Grenzen (Rockström et al. 2009; Steffen et al. 2015b; Richardson et al. 2023) definiert neun biophysikalische 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 überschritten<sup>7</sup> (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.

---

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

<sup>6</sup> 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).

<sup>7</sup> 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,<sup>8</sup> 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

<sup>8</sup> 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.<sup>9</sup> Die Europäische Umweltagentur schätzt die Anzahl der vorzeitigen Todesfälle in Deutschland aufgrund von PM<sub>2,5</sub>-Feinstaubkonzentrationen von über 5 µg/m<sup>3</sup> 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)<sup>10</sup> 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)<sup>11</sup>, erhöhten Hitzetodesfallzahlen<sup>12</sup>, 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 Luftschadstoffe<sup>13</sup> (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,<sup>14</sup> d.h. für den

---

<sup>9</sup> 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).

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

<sup>11</sup> 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.).

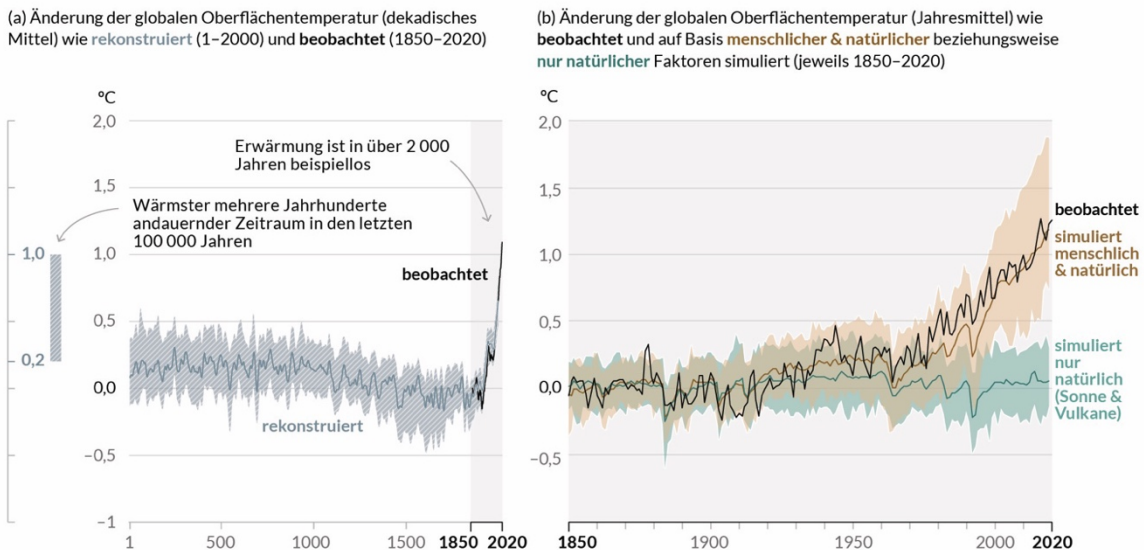
<sup>12</sup> Hitzebedingte Sterbefälle in Deutschland 2018: etwa 8.700; 2019: etwa 6.900; 2020: etwa 3.700; 2021: keine signifikant erhöhte Übersterblichkeit (Winklmayr et al. 2022).

<sup>13</sup> 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).

<sup>14</sup> 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 Menschl. (Lenton et al. 2023, S. 1237 & 1243).

Menschen unbewohnbar werden könnten (Lenton et al. 2023),<sup>15</sup> 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.

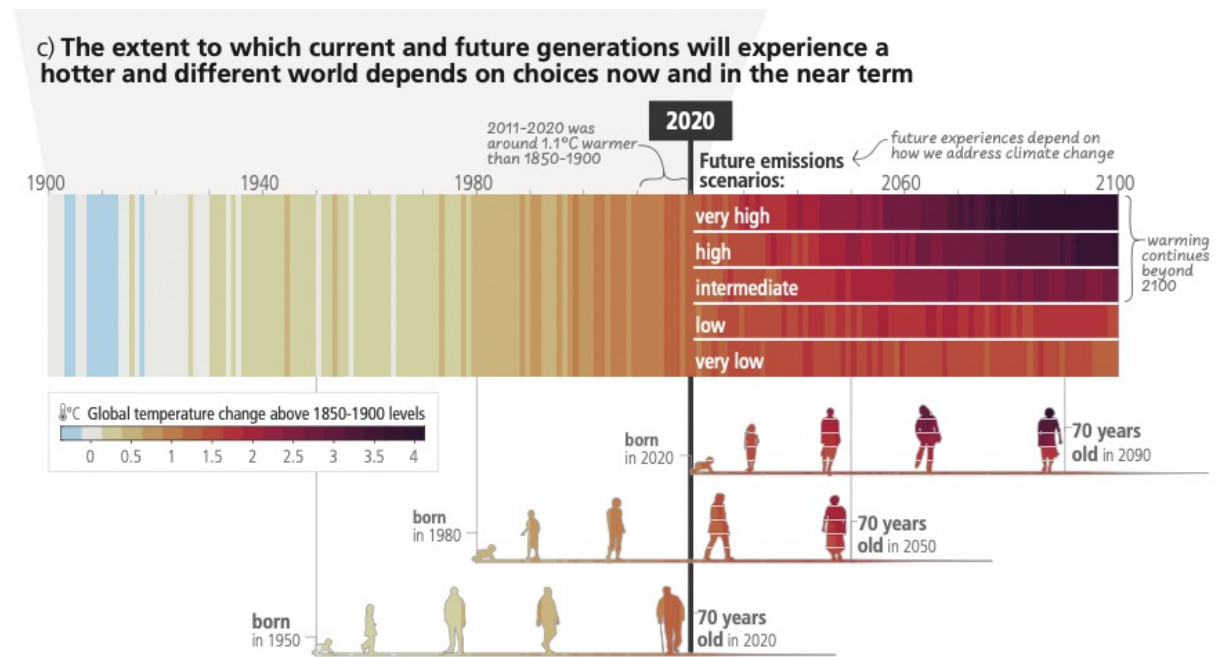
Abbildung 2-4: Entwicklung der durchschnittlichen globalen Oberflächentemperatur in den Jahren 1 bzw. 1850 bis 2020

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“<sup>16</sup> 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)<sup>17</sup>. Und der Mai 2024 ist der 12. Monate in Folge mit Rekordtemperaturen (Copernicus 2024e; Abbildung 8-1 im Anhang). Viele weitere Temperaturrekorde

<sup>15</sup> Vgl. zudem die Computeranimation „Wo unsere Erde unbewohnbar wird“ (Berliner Morgenpost o.J.).  
<sup>16</sup> 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.  
<sup>17</sup> 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.<sup>18</sup> 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 Celsius<sup>19</sup> 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).

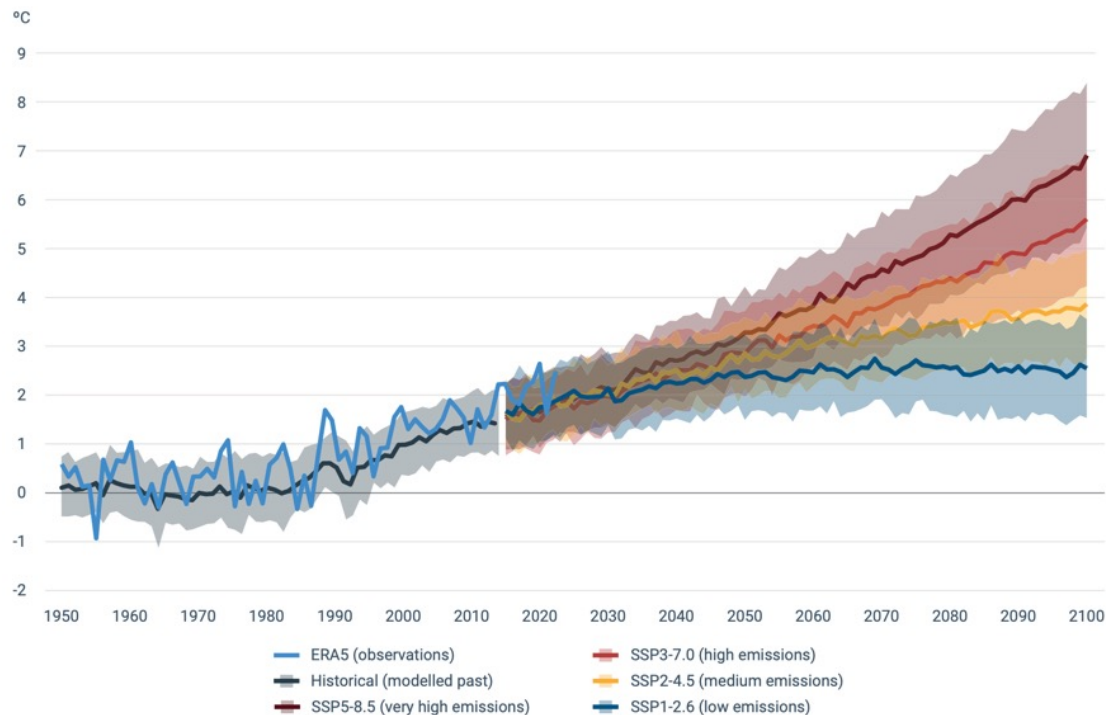
---

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

<sup>19</sup> 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 Beiträgen<sup>20</sup> (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

<sup>20</sup> 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 CO<sub>2</sub>-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 Sektoren<sup>21</sup> verschärft.

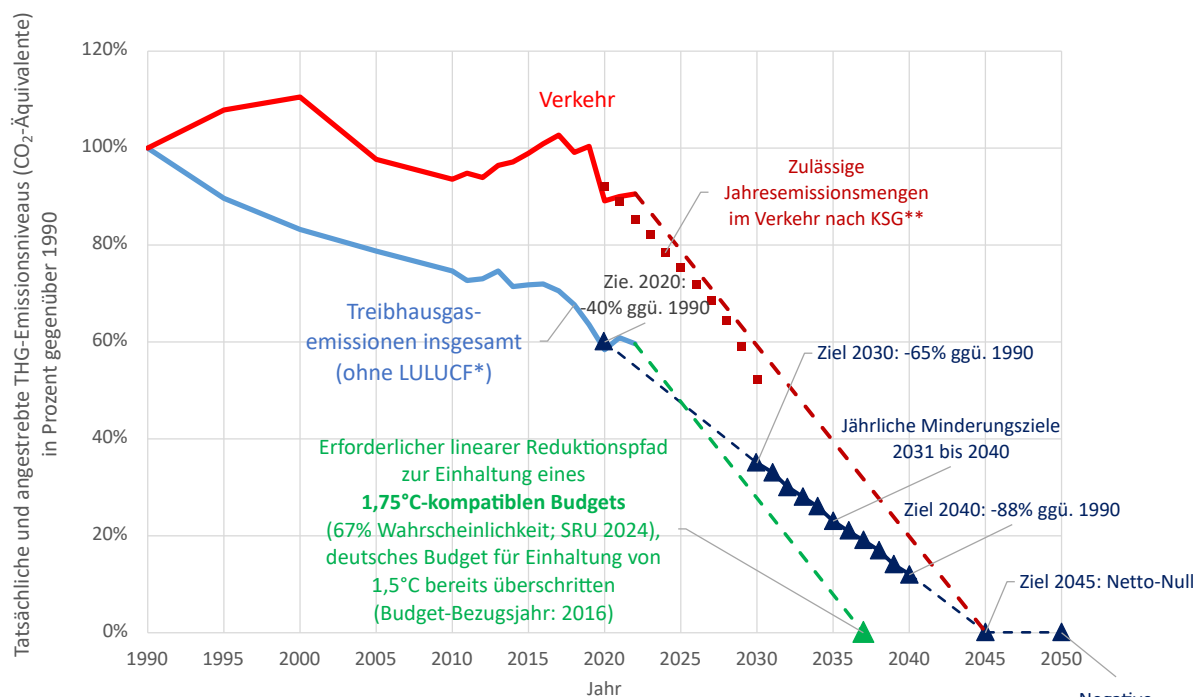
Zivilgesellschaftliche Organisationen wie die Deutsche Umwelthilfe halten die Verschärfung des KSG angesichts der völkerrechtlichen Verpflichtung der Bundesrepublik Deutschland zur Begrenzung der globalen Erderwärmung auf „deutlich unter 2 Grad, möglichst 1,5 Grad Celsius“ jedoch nicht für ausreichend 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.

---

<sup>21</sup> 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 Jahresemissionen nach Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG).

Beispielhafter 1,75°C-kompatibler Reduktionspfad nach SRU (2024): Wo stehen wir beim CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Budgetansatz des Sachverständigenrats für Umweltfragen (SRU) offenbart ebenfalls die deutliche Ambitionsücke der bisherigen deutschen Klimaschutzpolitik. So hat Deutschland sein CO<sub>2</sub>-Budget, das der SRU nach dem Prinzip der internationalen Verteilungsgerechtigkeit für das Referenzjahr<sup>22</sup> 2016 für einen gerechten Beitrag<sup>23</sup> zur Einhaltung der 1,5 Grad-Grenze

<sup>22</sup> Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) hat aus den globalen Temperaturgrenzen des Pariser Klimaabkommens ein deutsches CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Budget gibt die Menge CO<sub>2</sub> 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).

<sup>23</sup> Mit dem CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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-Grenze<sup>24</sup> zu leisten (bei 67% Wahrscheinlichkeit), müsste Deutschland mit dem dafür noch verfügbaren maximalen CO<sub>2</sub>-Budget (3,9 Gigatonnen CO<sub>2</sub>) 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 CO<sub>2</sub>-Äquivalente übererfüllt<sup>25</sup> (ebd.).

Der Expertenrat für Klimafragen kam bei seiner Prüfung<sup>26</sup> 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.).

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

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

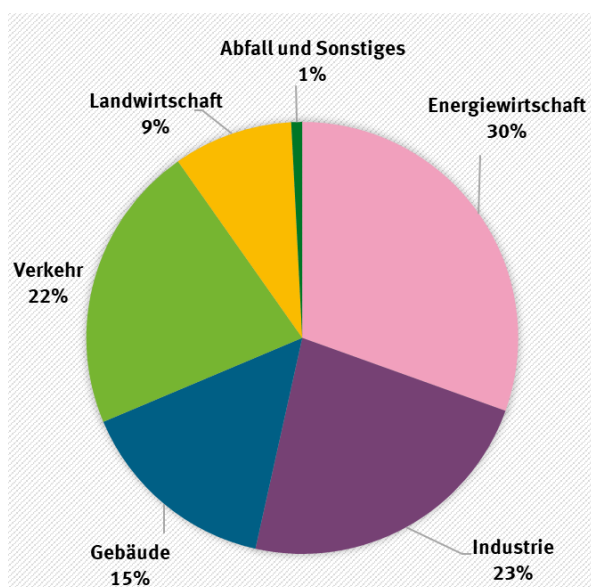
<sup>26</sup> Bei den Projektionsdaten weist der Expertenrat darauf hin, dass „die Projektion zukünftiger Emissionen (...) naturgemäß mit erheblichen Unsicherheiten verbunden (ist)“ (Expertenrat für Klimafragen 2024a, o.S.).



## 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)*

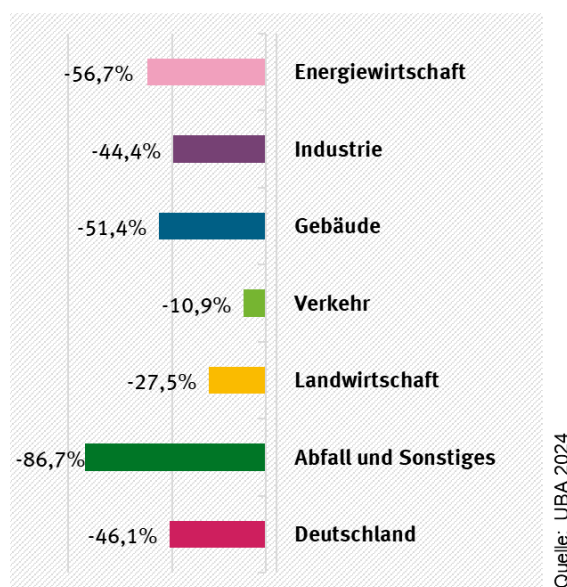
Gegenüber der Gesamtentwicklung der Treibhausgasreduktionen in Deutschland (Kapitel 0) konnte der Verkehrssektor, der im Jahr 2023 für rund 22 Prozent der Treibhausgasemissionen<sup>27</sup> auf deutschem Bundesgebiet verantwortlich ist<sup>28</sup> (UBA 2024d, o.S.; Abbildung 2-8), seine CO<sub>2</sub>-Emissionen 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

<sup>27</sup> 146 Millionen Tonnen CO<sub>2eq</sub> (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).

<sup>28</sup> 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 gültigen<sup>29</sup> 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 überschritten<sup>30</sup>, 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 Maßnahmen<sup>31</sup> (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) vorgebracht 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

---

<sup>29</sup> 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).

<sup>30</sup> 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.

<sup>31</sup> Die sechs Maßnahmen umfassen: Auf- und Ausbau der Tank- und Ladeinfrastruktur für Pkw und Nutzfahrzeuge; Ausbau und Förderung effizienter Lkw-Trailer; Ausbauintiative 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 Verkehrsverlagerung<sup>32</sup> 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-Ebene<sup>33</sup> 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.<sup>34</sup> In Deutschland stellt die Automobilindustrie eine zentrale Wirtschaftsbranche

---

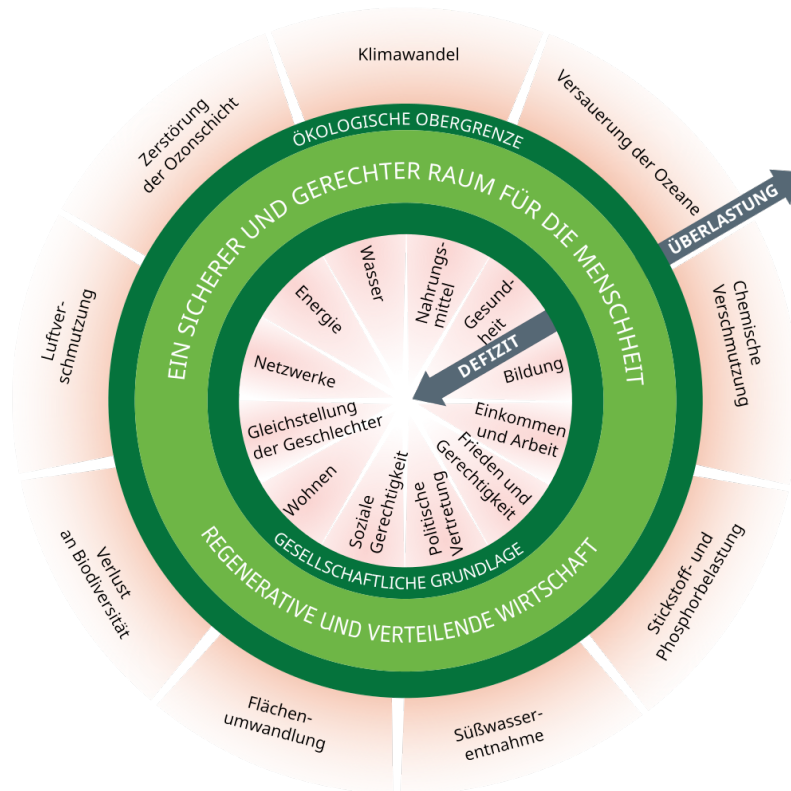
<sup>32</sup> Ziel Bahnverkehr: Verdopplung der Verkehrsleistung im Personenverkehr (SPD, Bündnis 90/Die Grünen, FDP 2021, S. 39). Ziel ÖPNV: „Deutliche Steigerung“ der Fahrgastzahlen des öffentlichen Verkehrs (ebd., S. 39); Ziel Radverkehr: Umsetzung und Fortschreibung des Nationalen Radverkehrsplans. 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).

<sup>33</sup> 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.).

<sup>34</sup> 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,<sup>35</sup> 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](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Doughnut_economy_DE_normal.svg)

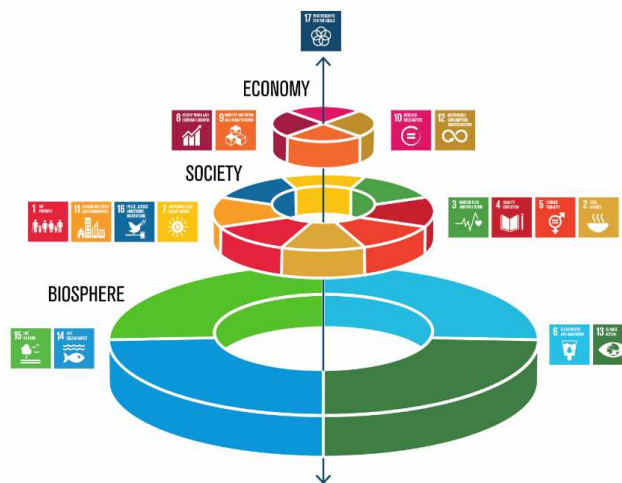
Abbildung 2-10: Die Donut-Ökonomie nach Kate Raworth, in der ökonomische Handlungsmöglichkeiten durch ökologische Obergrenzen und gesellschaftliche Grundbedürfnisse begrenzt werden

<sup>35</sup> 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%) (Janssen 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. Hennis 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 fahren<sup>36</sup> (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)<sup>37</sup>. 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 Sicherheitsrisiken<sup>38</sup> 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

---

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

<sup>37</sup> 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.).

<sup>38</sup> 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 revisionistische<sup>39</sup> 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,<sup>40</sup> Luftschadstoffen,<sup>41</sup> Unfallgefahr,<sup>42</sup> einer geringen Aufenthaltsqualität im öffentlichen

---

<sup>39</sup> 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.).

<sup>40</sup> **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.).

<sup>41</sup> **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“).

<sup>42</sup> **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-)flächen<sup>43</sup> betroffen sind (FIS 2023; Gaffron 2014; RKI 2013). Viele dieser negativen Effekte werden durch eine Antriebswende nicht behoben,<sup>44</sup> 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.<sup>45</sup> Bereits heute steigen die Spritpreise durch die im Jahr 2021 eingeführte CO<sub>2</sub>-Bepreisung im Verkehr durch ein nationales Festpreissystem (Bundesregierung 2019, S. 24-28)<sup>46</sup>. 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,<sup>47</sup> 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 CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei Verkehr und Gebäuden jedoch über den europäischen Emissionshandel (ETS II). Der Übergang vom nationalen zum europäischen CO<sub>2</sub>-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,<sup>48</sup> schlägt die Agora Energiewende vor, die national geltenden CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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.

<sup>43</sup> **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 (urbane 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).

<sup>44</sup> 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.

<sup>45</sup> 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“).

<sup>46</sup> Ursprünglicher Plan laut Bundes-Klimaschutzprogramm 2030: 10 Euro/t CO<sub>2</sub> ab 2021; 20 Euro/t CO<sub>2</sub> ab 2022; 25 Euro/t CO<sub>2</sub> ab 2023; 30 Euro/t CO<sub>2</sub> ab 2024; 35 Euro/t CO<sub>2</sub> ab 2025; Auktionierung der Zertifikate ab 2026 in einem Korridor zwischen 35 und 60 Euro/t CO<sub>2</sub> (Bundesregierung 2019, S. 24 f.). Aufgrund der angespannten Haushaltslage wurde der CO<sub>2</sub>-Preis zum 1. Januar 2024 statt wie ursprünglich geplant von 30 auf 40 Euro je Tonne auf 45 Euro pro Tonne erhöht (Bundesregierung 2024).

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

<sup>48</sup> Vgl. z.B. VCD 2020, warum die Einführung eines CO<sub>2</sub>-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 Menschenrechte<sup>49</sup> 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 (NO<sub>2</sub>) 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-Klimaschutzgesetz<sup>50</sup> 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 (Stäude 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.).

---

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

<sup>50</sup> 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 Strömungen<sup>51</sup> (Zick et al. 2023) – aufgrund von empfundenen Unzumutbarkeiten durch Klimaschutzmaßnahmen<sup>52</sup> 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 einnehmen<sup>53</sup> (UBA 2023c)<sup>54</sup>, vgl. z.B. das Urteil des Europäischen Gerichtshofs für Menschenrechte, das die Schweiz aus Gründen des Gesundheitsschutzes und

---

<sup>51</sup> 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).

<sup>52</sup> 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).

<sup>53</sup> 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).

<sup>54</sup> 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).

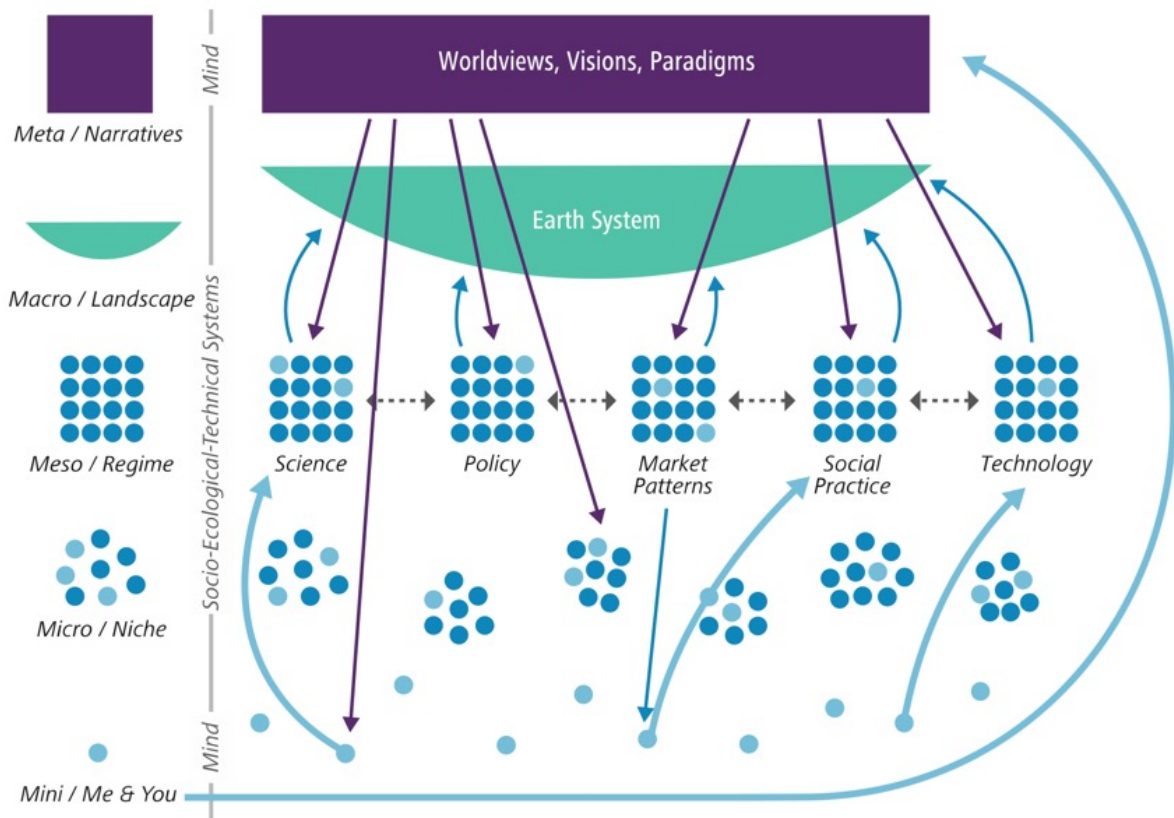
Die Beispiele zeigen, dass genau so, wie eine Demokratie sich mit demokratischen Mitteln selber abschaffen kann (Kehrer 2023) und die derzeitigen Rechtsrücke eine ernsthafte Bedrohung für unsere demokratische Gesellschaftsordnung darstellen (WSI 2024, S. 2), auch die Rechtsprechung vom politischen System 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“<sup>55</sup>).

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

---

<sup>55</sup> 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

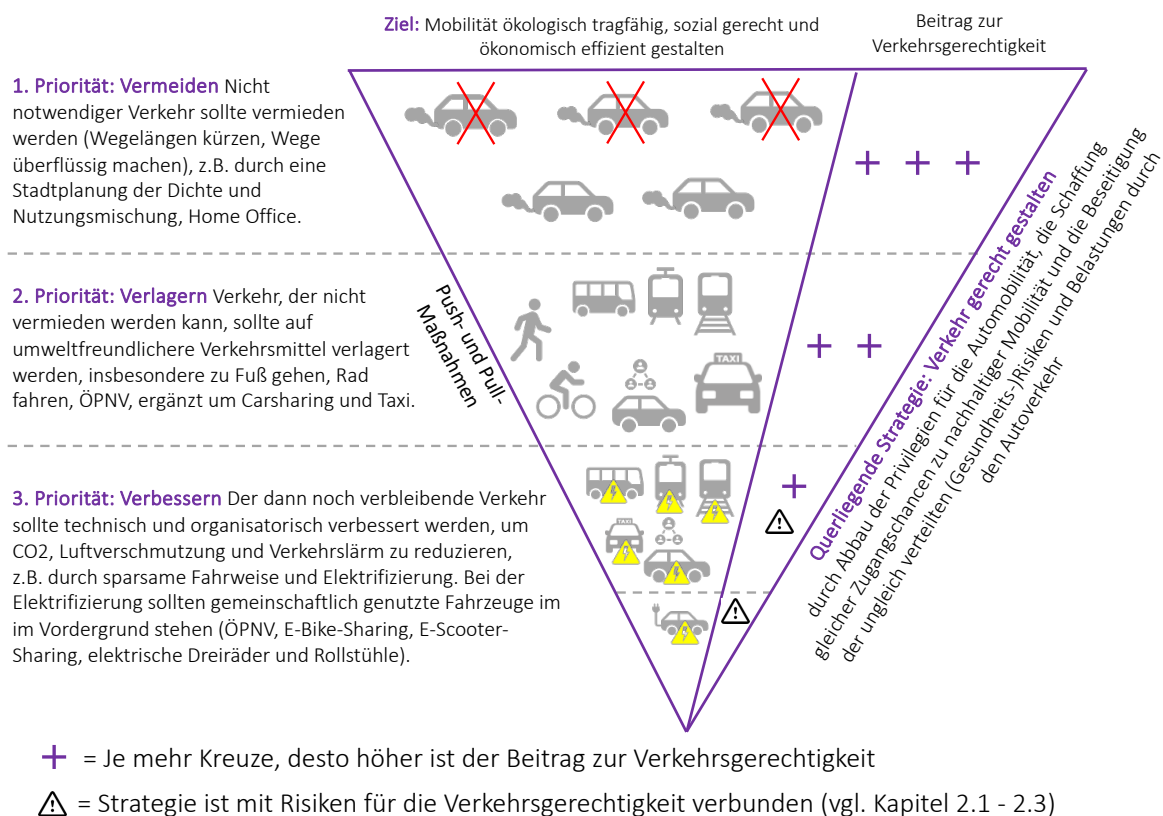
Die Strategie der Verkehrsverlagerung ist zusammen mit der Verkehrsvermeidung und der Verkehrsverbesserung eine der drei grundlegenden Strategien für einen klimaverträglichen und nachhaltigkeitsorientierten Verkehr („3 Vs“, avoid-shift-improve-Prinzip (ASI); IPCC 2014, S. 603; Reutter 2010; Müller 2017a)<sup>56</sup>. 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):

<sup>56</sup> 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 CO<sub>2</sub>-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 TREMOD<sup>57</sup> (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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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

---

<sup>57</sup> 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 Regionen<sup>58</sup> 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)<sup>59</sup>. 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

---

<sup>58</sup> Vgl. die regionalstatistischen Raumtypen nach BMDV 2021.

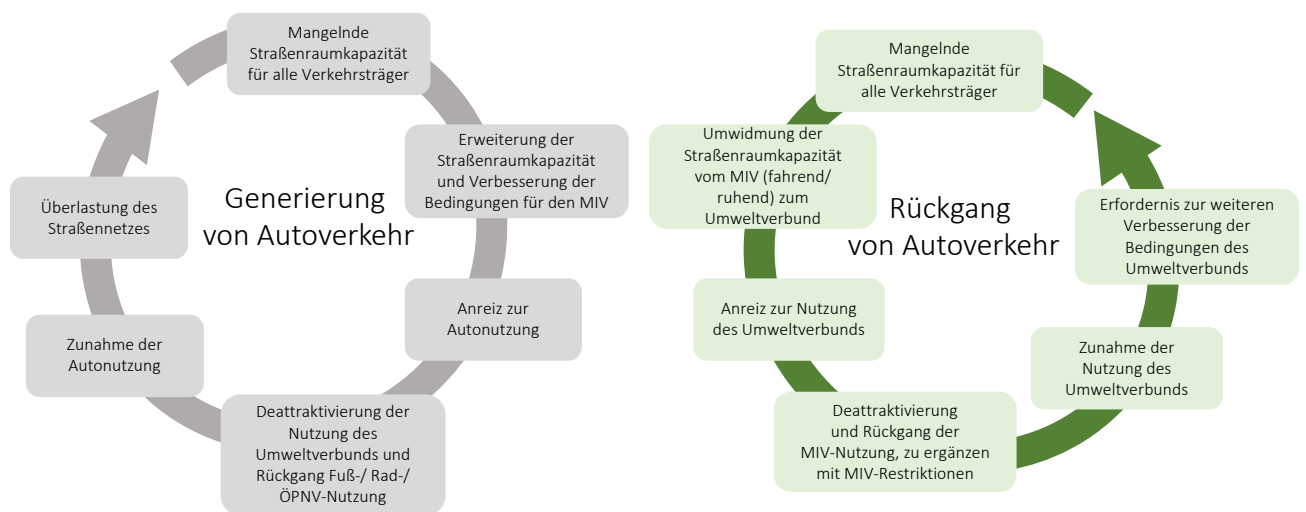
<sup>59</sup> MiT 2017 = Mobilität in Tabellen 2017, abrufbar unter <https://mobilitaet-in-tabellen.dlr.de> (Zugriff 23.01.2024).

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).<sup>60</sup>

Kommunen<sup>61</sup> 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.).

---

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

<sup>61</sup> 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 Lösungen<sup>62</sup> 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 Pflichtaufgabe<sup>63</sup>, sondern Gegenstand der kommunalen Selbstverwaltungshoheit (Verheyen & Hölzen 2022, S. 5).<sup>64</sup> Viele deutsche Städte haben sich in den letzten Jahren freiwillig konkrete Ziele zur Treibhausgasreduktion gesetzt, etwa im Rahmen kommunaler Klimaschutz-

---

<sup>62</sup> 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).

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

<sup>64</sup> 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)<sup>65</sup> und die Straßenverkehrsordnung (StVO)<sup>66</sup> 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.<sup>67</sup> 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,<sup>68</sup> weil eine kompakte, funktionsgemischte Stadt eine drastische Reduzierung von Pkws ermögliche und durch Flächenumvertei-

---

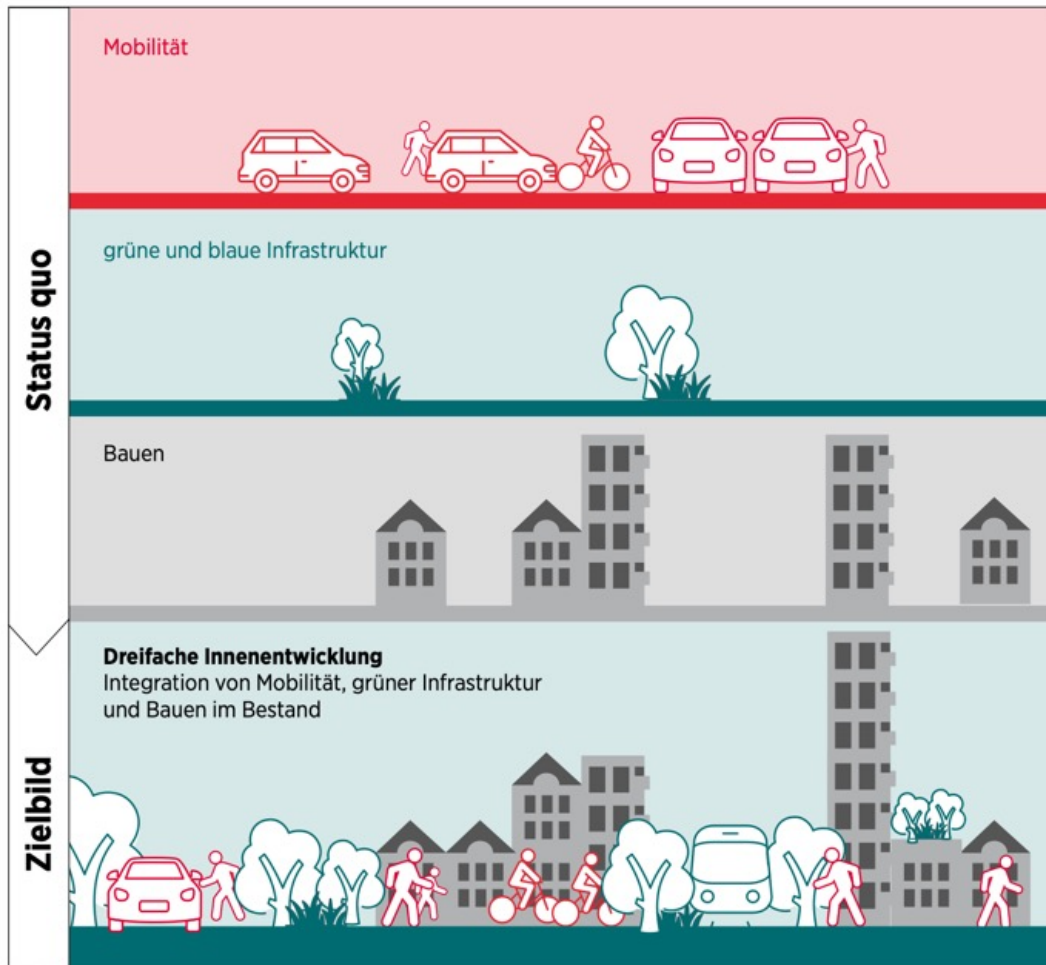
<sup>65</sup> Straßenverkehrsgesetz: <https://www.gesetze-im-internet.de/stvg/>

<sup>66</sup> Straßenverkehrsordnung: [https://www.gesetze-im-internet.de/stvo\\_2013/](https://www.gesetze-im-internet.de/stvo_2013/)

<sup>67</sup> 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](https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?anw_nr=2&bes_id=3894&aufgehoben=N)

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

lungen wertvoller Stadtraum gewonnen werden könne für Wohnen,<sup>69</sup> Erholen,<sup>70</sup> Stadtnatur<sup>71</sup> 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 Städte<sup>72</sup> (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

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

<sup>70</sup> 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).

<sup>71</sup> Vgl. „Masterplan Stadtnatur“ (BMUV 2019).

<sup>72</sup> Stadtsoziologie 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 werden<sup>73</sup> (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.

---

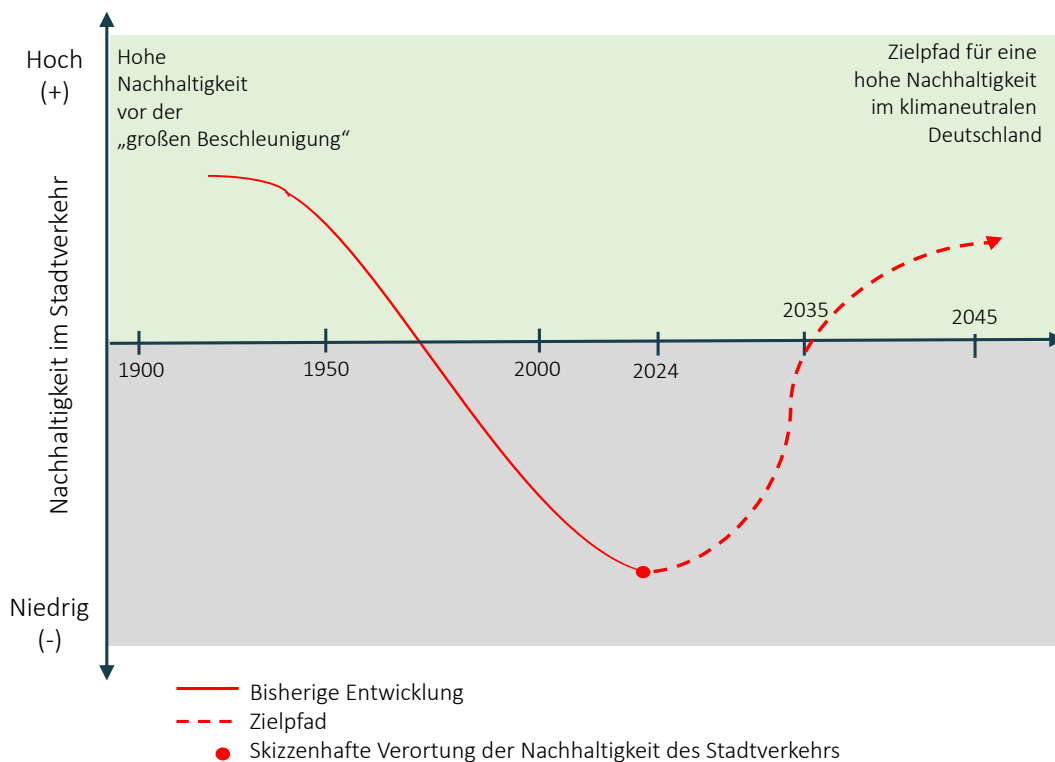
<sup>73</sup> Vgl. auch UBA 2017, S. 9: „Gerade urbane Räume können Innovatoren und Keimzellen für nachhaltige Lösungen der Zukunft sein.“

### 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; Mehnert<sup>74</sup> 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.<sup>75</sup> 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,

---

<sup>74</sup> „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.).

<sup>75</sup> 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-Städteettbewerb „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-Konzept<sup>76</sup> 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 Wissenschaft<sup>77</sup> 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).

---

<sup>76</sup> 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.

<sup>77</sup> 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

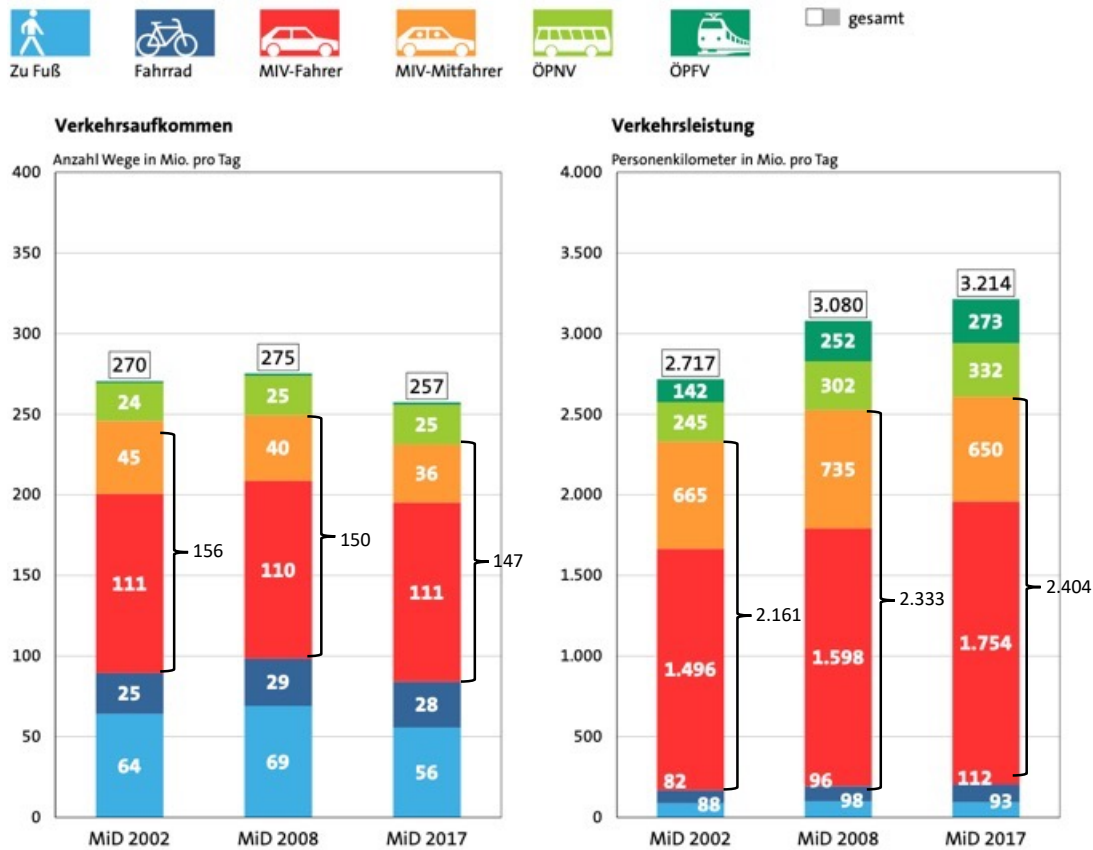
Für die Messung des Erfolgs verkehrspolitischer Ansätze zur Verkehrsverlagerung wird in vielen Kommunen sowie auf Bundes- und Länderebene der Indikator des Modal Splits verwendet. Der Modal Split gibt an, mit welchen Verkehrsmitteln die Menschen ihre Wege (aufkommensbezogener Modal Split) oder Distanzen (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).<sup>78</sup> 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).

---

<sup>78</sup> 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 der 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)

<b>1. referierter Fachartikel</b>	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	<a href="https://www.mdpi.com/2071-1050/9/7/1111">https://www.mdpi.com/2071-1050/9/7/1111</a>

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).<sup>79</sup>

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

---

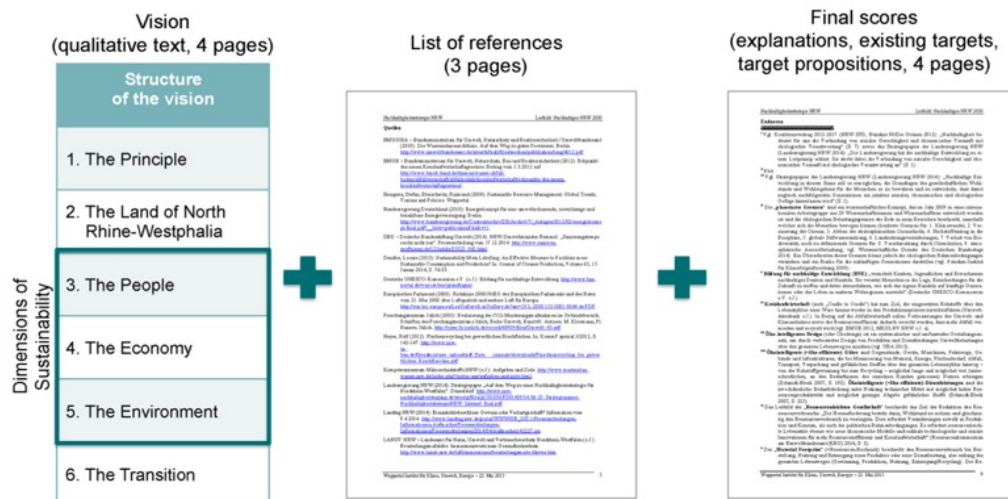
<sup>79</sup> Vgl. die Projektseite des Wuppertal Instituts zum Forschungsprojekt „Nachhaltigkeitsstrategie NRW – Konzeptuelle Analysen und Überlegungen zur Ausgestaltung einer Nachhaltigkeitsstrategie NRW aus wissenschaftlicher Sicht“ auf <https://wupperinst.org/p/wi/p/s/pd/469>

### 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 Strukturwandelprozessen 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).

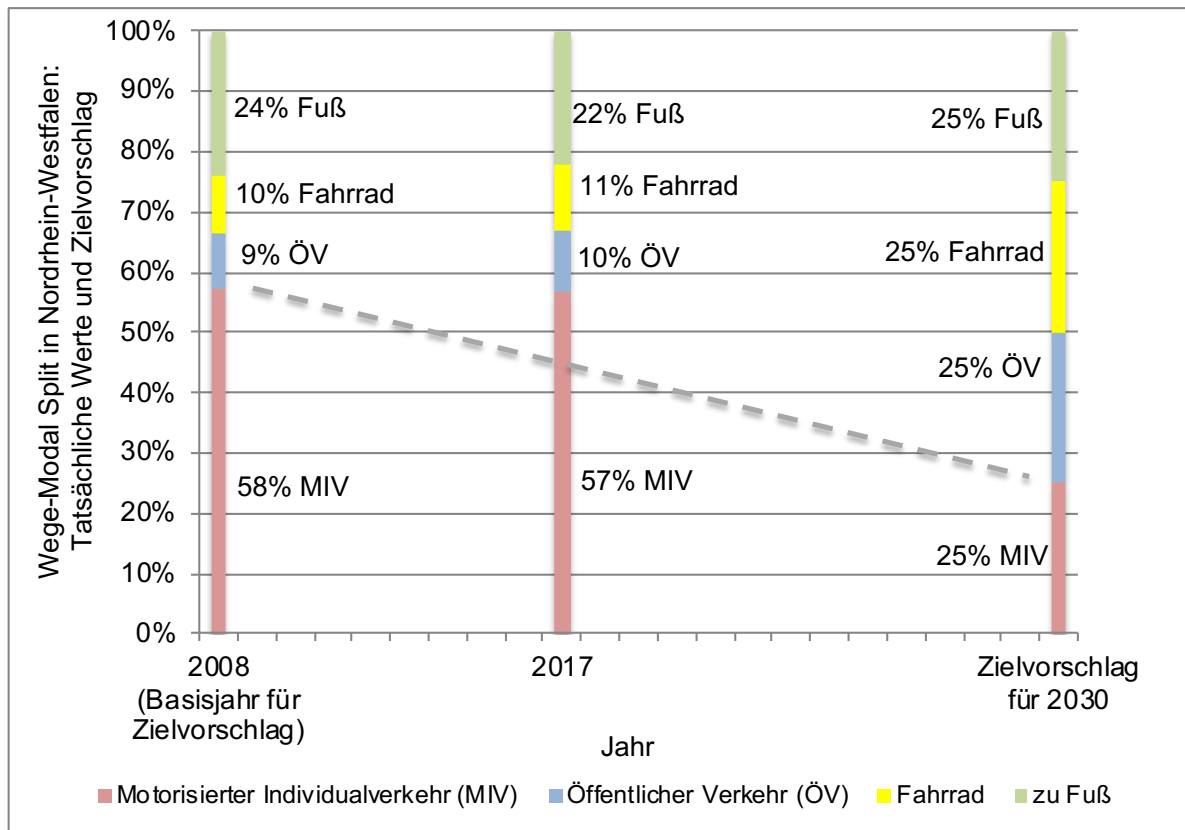
Das qualitative Leitbild wird an geeigneten Stellen durch terminierte und quantifizierte Zielvorschläge konkretisiert und operationalisiert (was sollte bis wann erreicht werden?). Die operationalisierten Zielvorschläge werden entweder direkt im qualitativen Leitbild erwähnt oder in ausführlicheren Endnoten (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 Vorschlägen 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 Forschungsprojekts<sup>80</sup> 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 2017<sup>81</sup> 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

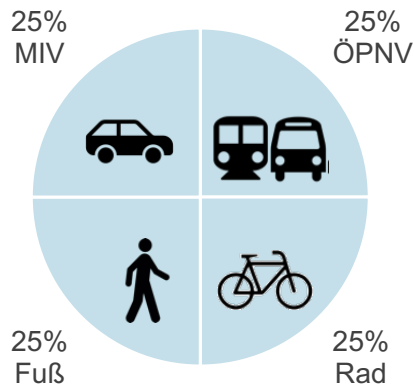
---

<sup>80</sup> 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>

<sup>81</sup> 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

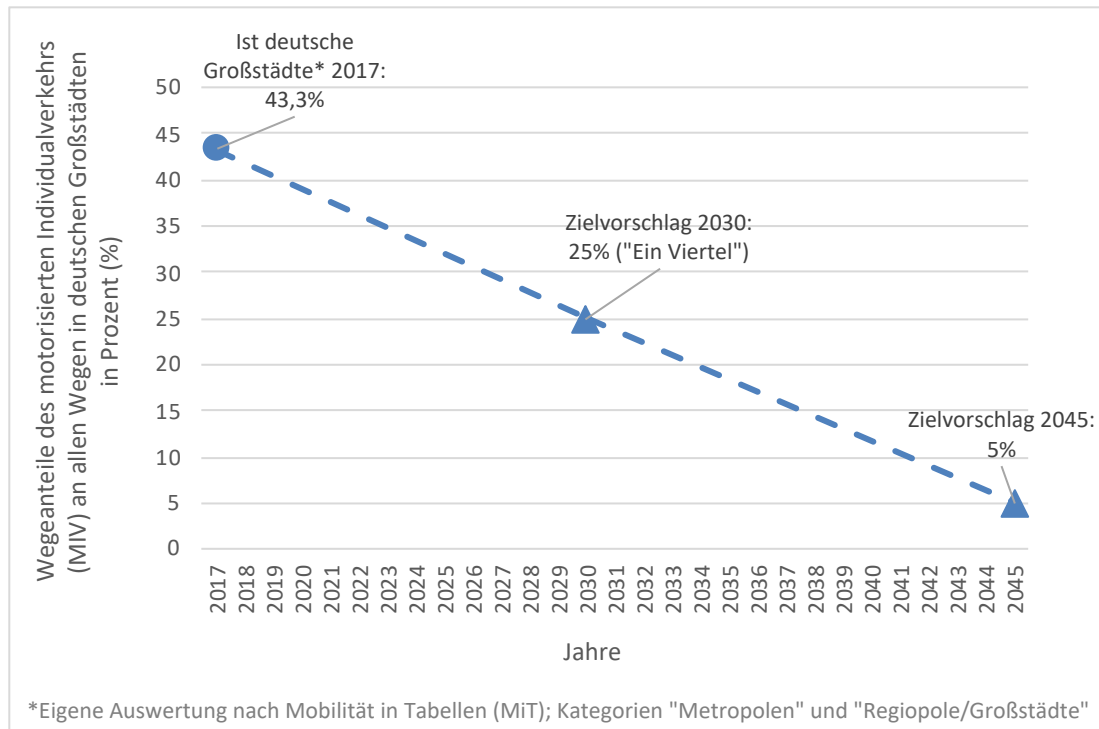
Der Zielvorschlag eines „Vier Viertel“ Modal Splits bedarf weiterer Erläuterungen, da die Mobilitätsmöglichkeiten gerade in den letzten Jahren vielfältiger geworden sind, insbesondere hinsichtlich Carsharing, elektrisch unterstützter Fahrräder (E-Bikes und Pedelecs), öffentlicher Fahrradverleihsysteme 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.<sup>82</sup>

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.

<sup>82</sup> 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).

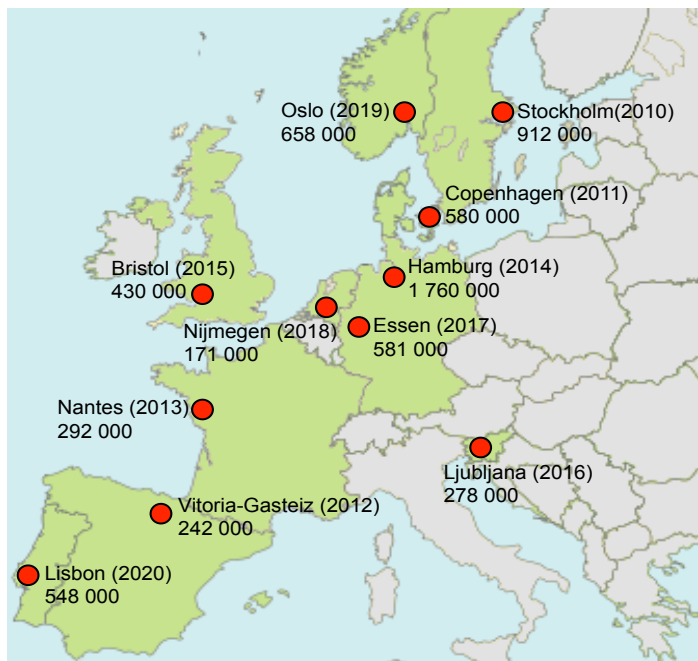
Im Rahmen der publikationsbasierten Dissertation wurde einerseits untersucht, welche Strategien und Maßnahmen auf kommunaler Ebene als Benchmark für ambitionierte Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung angesehen werden können und welche Verlagerungswirkungen Städte damit erzielen (2. Fachartikel, Kapitel 4.2). Im dritten Fachartikel wurde im Rahmen von Szenarioanalysen untersucht, welche Verlagerungs- und CO<sub>2</sub>-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)

<b>2. referierter Fachartikel</b>	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	<a href="https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7501/file/7501_Mueller.pdf">https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7501/file/7501_Mueller.pdf</a>

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



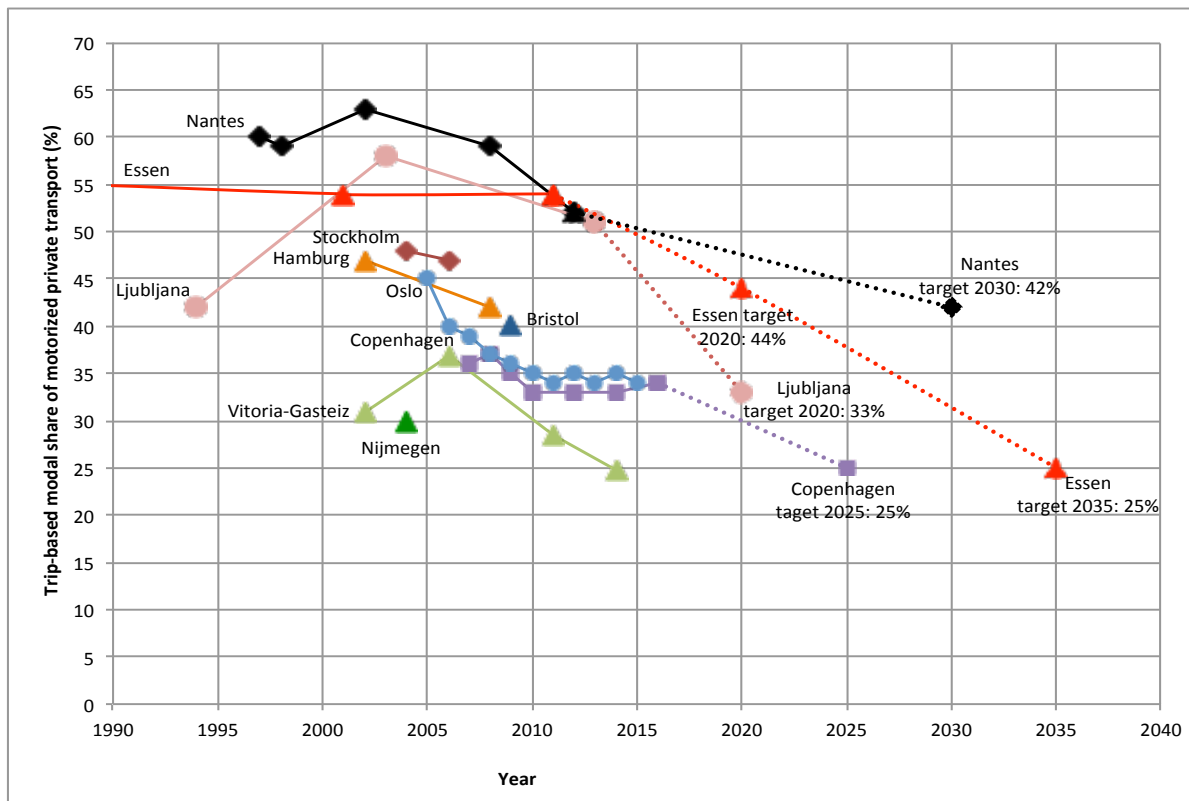
- Ecological Zone: Ausweitung der Fußgängerzone
- Umwidmung einer Hauptverkehrsstraße

Quelle der Fotos: Stockholm: Foto von Holger Ellgaard 2010, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Betaltstation\\_2010.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Betaltstation_2010.jpg), CC BY-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>); Vitoria-Gasteiz: Zarateman 2014, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vitoria\\_-\\_Avenida\\_de\\_Gasteiz,\\_río\\_Batán\\_07.JPG](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 CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele hatten, aber keine Stadt verkehrsbezogene CO<sub>2</sub>-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

Städtewettbewerbe 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.).

### 4.3 Dritter Fachartikel: Potenziale zur Verkehrsverlagerung und CO<sub>2</sub>-Reduktion – Erkenntnisse aus Szenarien und der realen Welt (Zusammenfassung)

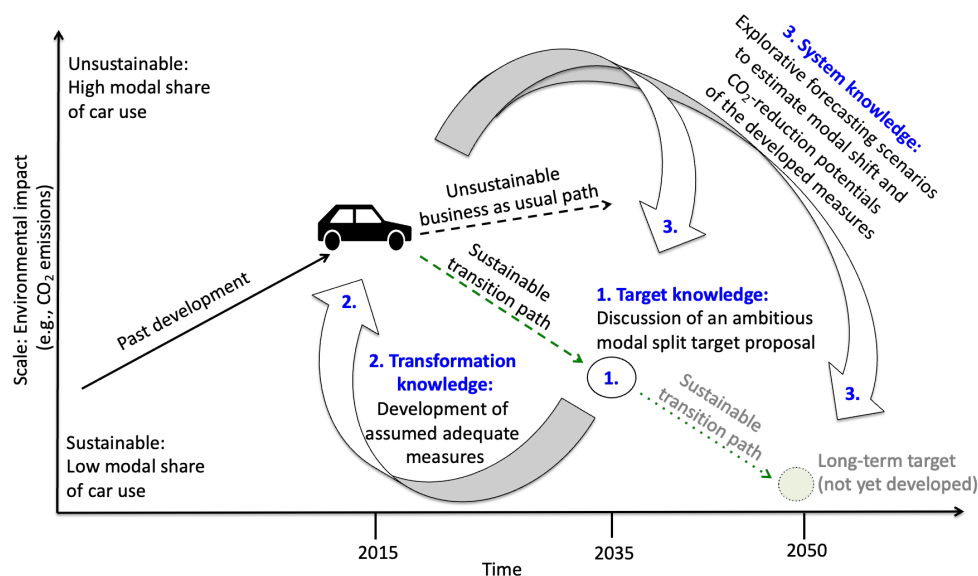
„Denn die Dinge ändern sich nur, wenn man die alten Vorstellungen vom Normalen verlässt und wirklich aufmalt, was sich alles ändern muss“  
(Julke 2022, o.S.)

<b>3. referierter Fachartikel</b>	Course change: Navigating urban passenger transport toward sustainability through modal shift
Autor*innen	Miriam Müller & Oscar Reutter
Journal	International Journal of Sustainable Transportation 2022, Vol. 16 (8), S. 719-734; online veröffentlicht 1.6.2021 (open access)
Link	<a href="https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/15568318.2021.1919796?needAccess=true">https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/15568318.2021.1919796?needAccess=true</a>

Im dritten Fachartikel werden, aufbauend auf den ersten beiden referierten Fachartikeln, drei Forschungsfragen adressiert:

1. Wie ambitioniert und realisierbar ist ein für das polyzentrale Ruhrgebiet vorgeschlagener Zielwert einer Reduktion des MIV-Wegeanteils auf 25% bis zum Jahr 2035? (Zielwissen)
2. Was sind ambitionierte und angemessene Verlagerungsmaßnahmen, um das Ziel eines 25% MIV-Wegeanteils zu erreichen? (Transformationswissen)
3. Welchen Beitrag leisten Verlagerungsmaßnahmen zur Reduzierung des MIV-Wegeanteils und zur CO<sub>2</sub>-Reduktion im Ruhrgebiet – für sich genommen und im Vergleich zu siedlungsstrukturellen Maßnahmen (Verkehrsvermeidung) und fahrzeugtechnischen Effizienzmaßnahmen (Verkehrsverbesserung)? (Systemwissen)

Den drei Fragestellungen entsprechend erfolgt ein dreistufiges methodisches Vorgehen zur Beantwortung der Forschungsfragen (vgl. Abbildung 4-4).



Eigene Abbildung aus Müller & Reutter 2022, S. 6

Abbildung 4-4: Dreistufiges methodisches Vorgehen zur Analyse von Zielvorschlag, Maßnahmenentwicklung und Abschätzung von CO<sub>2</sub>-Reduktions- und MIV-Verlagerungspotenzialen



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 CO<sub>2</sub>-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).<sup>83</sup> 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 schienegebundenen 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

---

<sup>83</sup> 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 CO<sub>2</sub>-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 wurden<sup>84</sup>. 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).

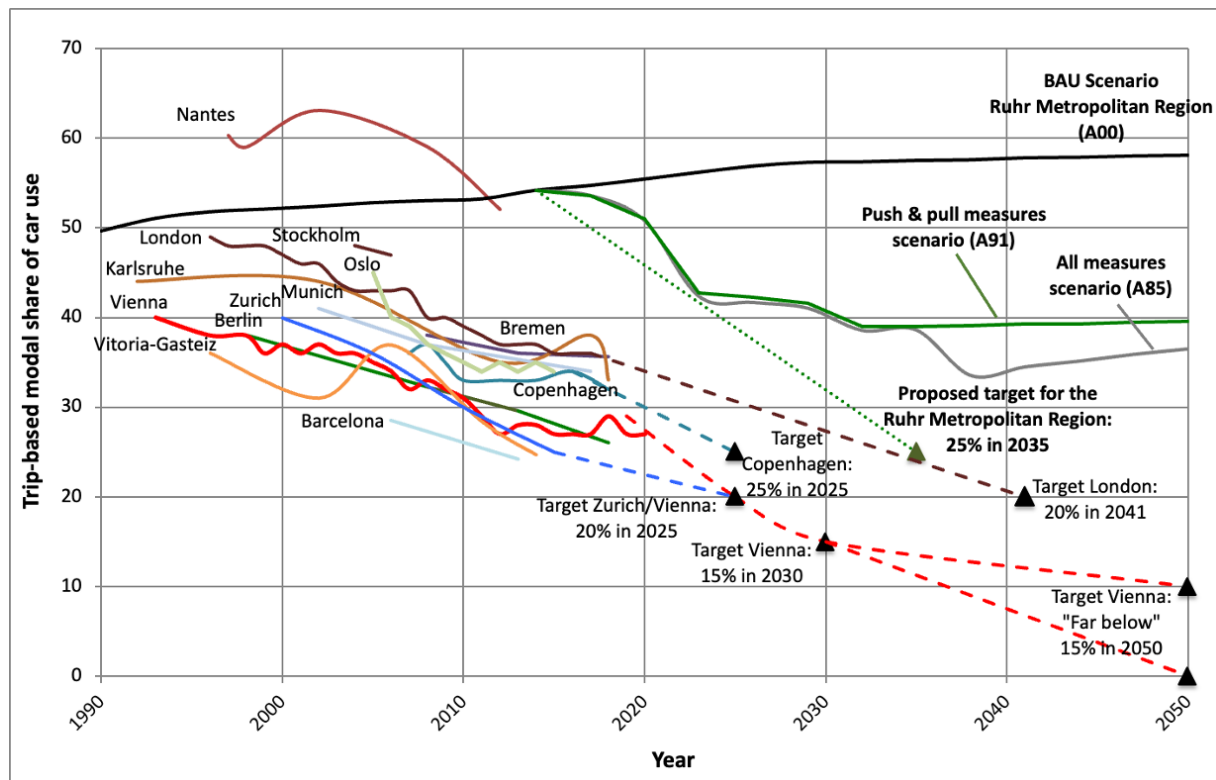
Die Modellierung der Forecasting Szenarien („Was wäre wenn?“) zeigt, dass mit Push- und Pull-Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung beachtliche Reduktionen des MIV-Anteils und der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zum business-as-usual-Szenario erreicht werden können. Die modellierten Push-Maßnahmen reduzieren CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>-Emissionen (ebd.). Werden Push- und Pull-Maßnahmen zusammen modelliert, verringern sie die CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele erreicht, die zum Zeitpunkt des Fachartikels vor der KSG-Novelle 2021 noch bei weniger ambitionierten -40 bis -42% CO<sub>2</sub>-Äquivalenten bis 2030 und -80 bis -95% CO<sub>2</sub>-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

---

<sup>84</sup> 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 CO<sub>2</sub>-Emissionen im Zeitverlauf. Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung sollten daher als ein wesentlicher Beitrag verstanden werden, um die CO<sub>2</sub>-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“<sup>85</sup> 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

---

<sup>85</sup> 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).

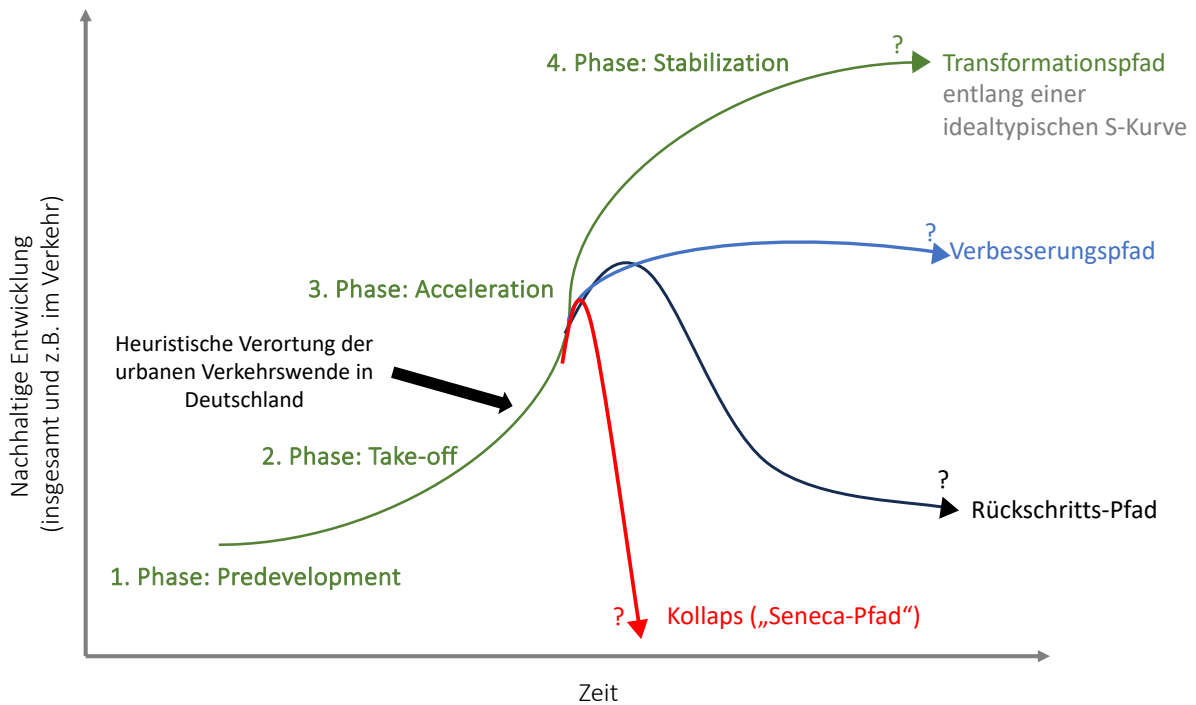
In ihrer Dissertation zu „Exnovation und Verkehrswende“ arbeitet Wetzchewald (2023) für die urbane Verkehrswende in Deutschland heraus, dass sich heute bereits in vielen Städten Veränderungsdynamiken mit einer Abkehr von der Automobilität erkennen lassen, bei denen Nischeninnovationen in Konkurrenz zum 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“).<sup>86</sup> 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.

---

<sup>86</sup> 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 Allgemeingüter (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.<sup>87</sup> 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

---

<sup>87</sup> 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**

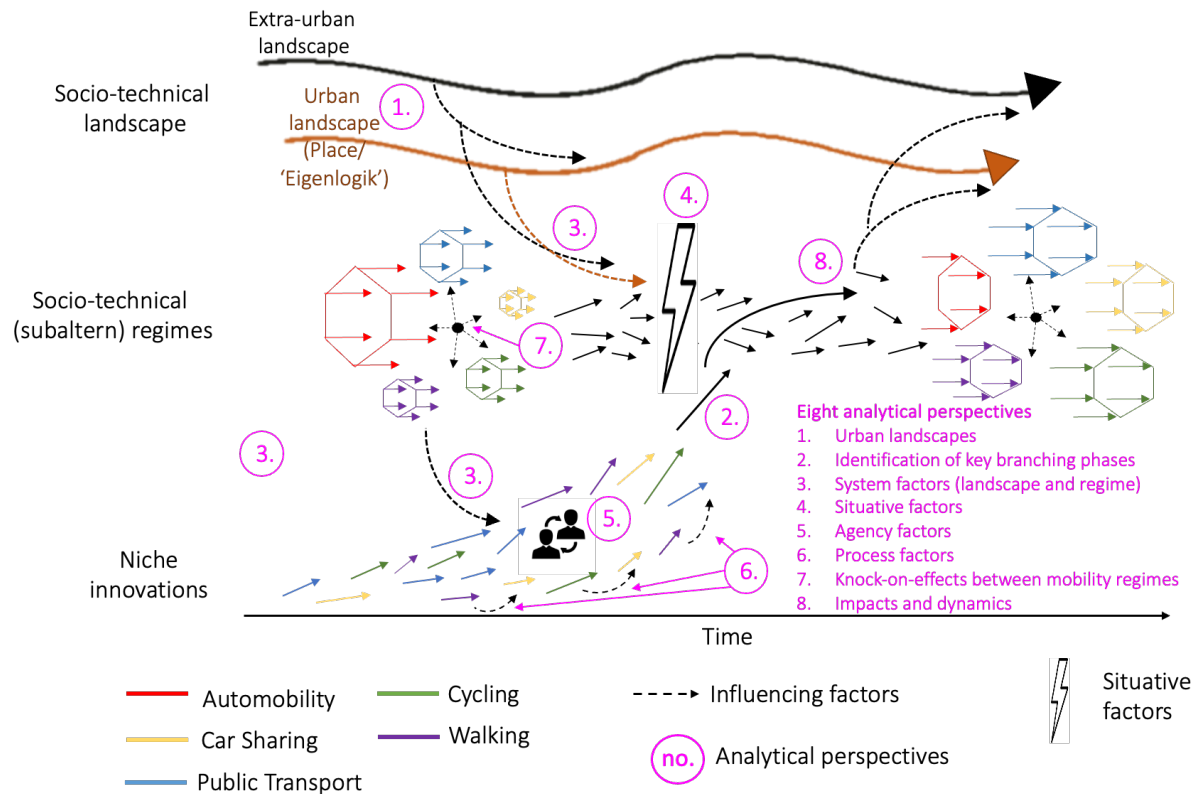
Zurückliegende und gegenwärtige Transformationsprozesse zu verstehen, ist ein zentrales Anliegen der Transitionsforschung, um darauf aufbauend passende und angemessene Ansätze zur zielgerichteten Unterstützung und Gestaltung von Transformationsprozessen abzuleiten (Roberts & Geels 2019; Truffer et al. 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).

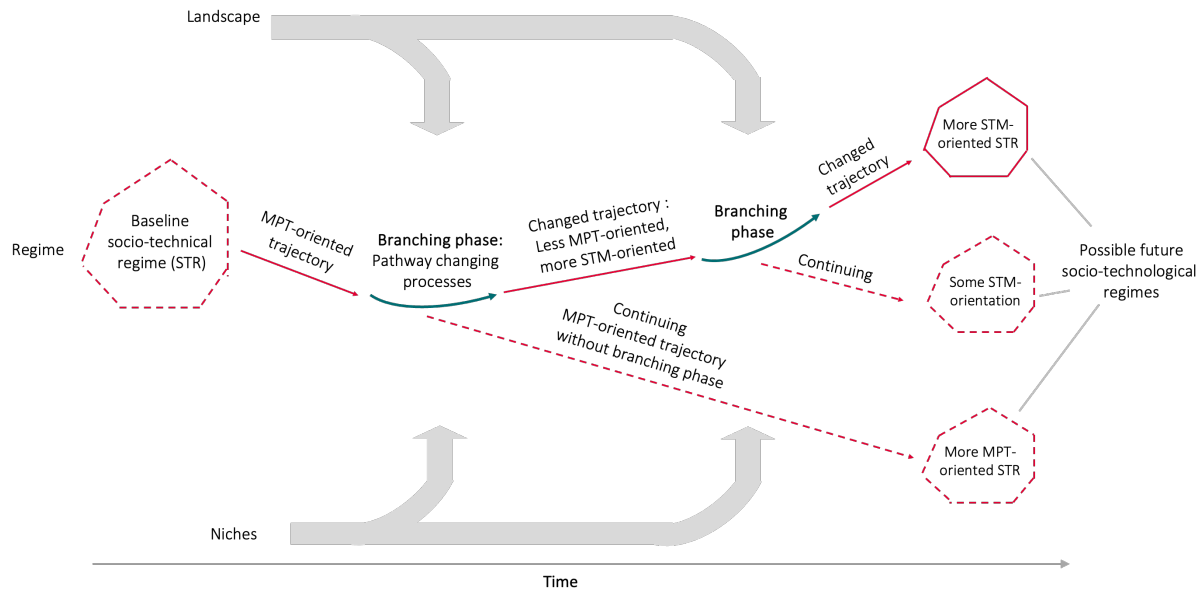


Eigene Abbildung in Anlehnung an Geels 2012 in Müller 2024, S. 5 (Manuskript im Review; Stand Juli 2024)

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 „Wendephase“ 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

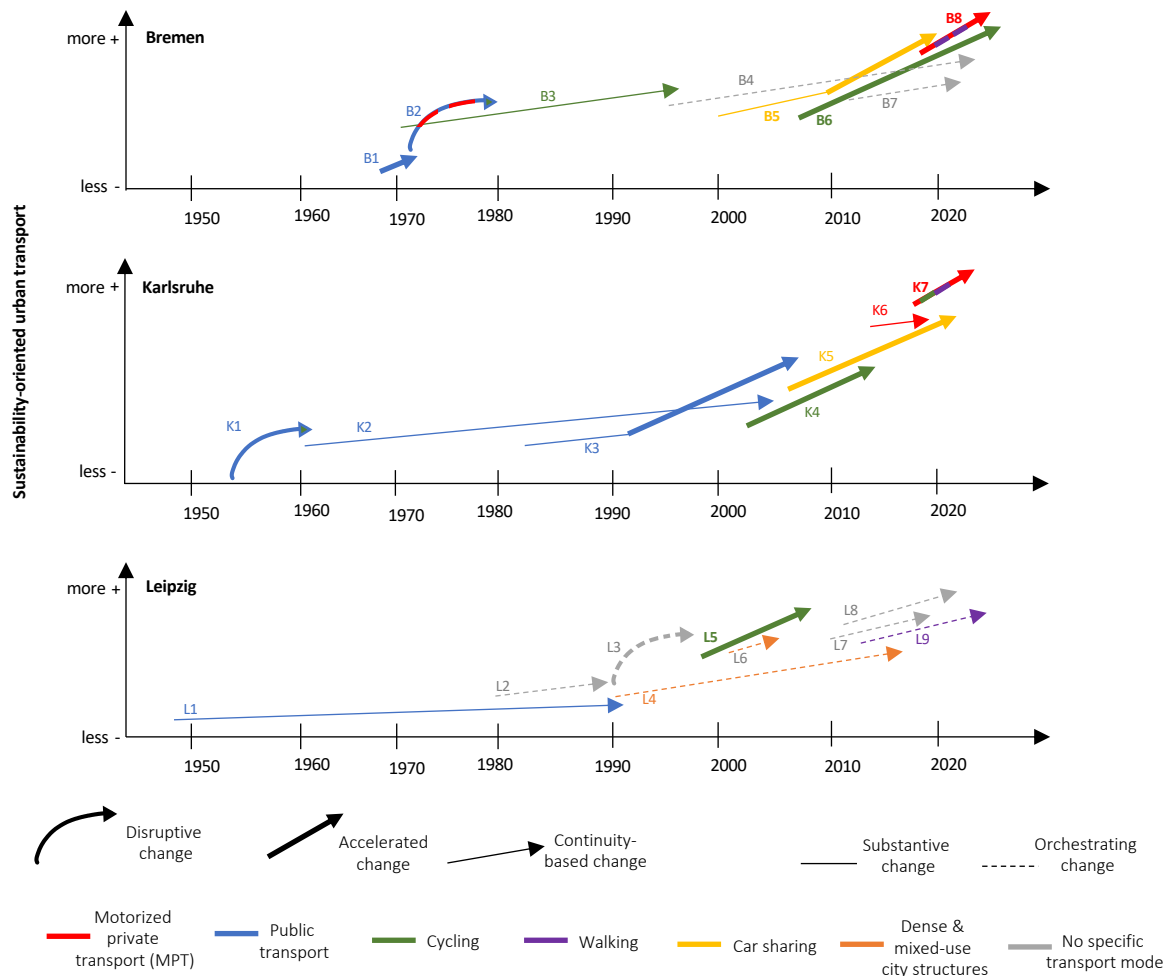
Eigene Abbildung in Müller 2024, S. 7 (Manuskript im Review, Stand Juli 2024) in Anlehnung an Rosenbloom 2018, S. 4; siehe eine ähnliche Darstellung zu sich verzweigenden Entwicklungspfaden bei IPCC 2014, S. 29 (Abbildung 8-4)

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 stadtgeseftlichen 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 stadtgeseftliche 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 Umweltverbands. 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)<sup>88</sup>, 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

---

<sup>88</sup> 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“<sup>89</sup>) 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).

---

<sup>89</sup> 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.<sup>90</sup>

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)<sup>91</sup> – 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

---

<sup>90</sup> 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).

<sup>91</sup> 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 CO<sub>2</sub>-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 substantielle 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 CO<sub>2</sub>-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**

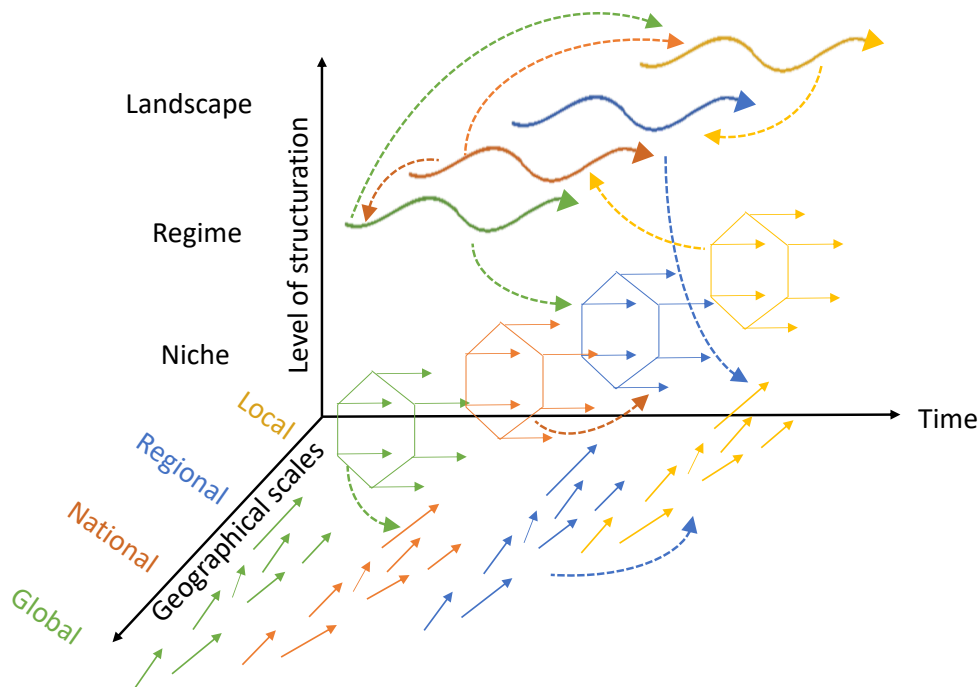
Diese Dissertation thematisiert ambitionierte Ansätze im städtischen Personenverkehr mit einem Fokus auf den wegebasierten Modal Split-Indikator. Während auf generelle Defizite dieses Proxy-Indikators bereits in Kapitel 3.2 eingegangen wurde, soll an dieser Stelle ergänzt werden, dass mit der hauptsächlichen 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 machstrukturell 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](https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2017/12_Thesen/Agora-Verkehrswende-12-Thesen_WEB.pdf)
- Agora Energiewende (2023): CO<sub>2</sub>-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-gebaeude-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](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](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](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](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](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 CO<sub>2</sub>-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](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-wahlbuendnis-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: CO<sub>2</sub>-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](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](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](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<sub>2.5</sub> 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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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 CO<sub>2</sub> 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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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 Treibhausgasminderung. 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\\_treibhausgasminderung.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc_48-2022_kommunales_einflusspotenzial_zur_treibhausgasminderung.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](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](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-crechen-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](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](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](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](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](http://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. Breckle, 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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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 Griebhammer. Freiburg. [https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag\\_de/themen\\_az/mobilitaet/pdf/Kurzstudie\\_Klimaschutzstrategien\\_Automobilindustrie\\_Endfassung.pdf](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](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 21<sup>st</sup> Century Urban Challenges. Artikel vom 22.07.2015. [https://thisbigcity.net/imitate-innovate-vitoria-gasteiz-shows-how-cities-address-21st-century-challenges/#google\\_vignette](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/infotehk/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](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, RaffaellaY. (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%20Making%20democracy%20work%20%20civic%20traditions%20in%20modern%20Italy.pdf](https://dl1.cuni.cz/plugin-file.php/408189/mod_resource/content/1/Uvod%20Robert%20D%20Putnam%20Making%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](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 Schnelldienst 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](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](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](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](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 Wachstums-Wende. 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](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](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](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](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](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](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](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](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): CO<sub>2</sub>-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](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](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](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/](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](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](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](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 CO<sub>2</sub>-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-oeko-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](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): CO<sub>2</sub>-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](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](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](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](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](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](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](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](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](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.](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](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](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](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](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/](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 CO<sub>2</sub>-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): Kommunalen 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](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](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](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](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-straferichtshof-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](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](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<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), 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, Cchristina; 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 willstste machen? Beitrag auf stern.de 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](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](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. 19<sup>th</sup> Edition. Insight Report. Cologny/Genf, Schweiz. [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_Global\\_Risks\\_Report\\_2024.pdf](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](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](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](https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/Metropole_Ruhr_Endbericht.pdf)
- Wuppertal Institut (2020): CO<sub>2</sub>-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](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; Wapre, Michael; Williams, Mark; Wolfe, Alexander P.; Yonan, Yasmin (2016): The geological cycle of plastics and their use as a 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, Helmuth; 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 „Danke schön“ 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"> <li>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).</li> <li>Gefördert vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.</li> <li>Projektlaufzeit: 11/2013-02/2017</li> <li>Projektseite: <a href="https://wupperinst.org/p/wi/p/s/pd/469">https://wupperinst.org/p/wi/p/s/pd/469</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recherche politischer, gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Zielvorschläge für nachhaltige Entwicklung.</li> <li>Entwicklung von Textbausteinen für den Leitbildtext „Nachhaltiges NRW 2030“.</li> <li>Teilnahme an Stakeholder-Workshops sowie der Präsentation bei der interministeriellen Arbeitsgruppe Nachhaltigkeitsstrategie NRW, Aufnahme und Umsetzung von Rückmeldungen im Leitbild-Text.</li> </ul>	<p>Miriam Müller:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklung und Schreiben des Fachartikels.</li> <li>Entwicklung und Umsetzung der tabellarischen und grafischen Elemente.</li> </ul> <p>Oscar Reutter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kommentierung von Zwischenständen.</li> </ul>

## Anhang

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

## Anhang

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

## Anhang

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

### 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](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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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).

<b>1. referierter Fachartikel</b>	<b>Vision Development towards a Sustainable North Rhine-Westphalia 2030 in a science-practice dialogue<sup>92</sup></b>
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"> <li>• Environmental Science (miscellaneous): Q2; Rang 101 von 362 gelisteten Journals (2017)</li> <li>• Geography, Planning and Development: Q2; Rang 191 von 787 gelisteten Journals (2017)</li> <li>• Renewable Energy, Sustainability and the Environment: Q2; Rang 107 von 252 gelisteten Journals (2017)</li> </ul>
<b>2. referierter Fachartikel</b>	<b>Benchmark: Climate and environmentally friendly urban passenger transport – the concepts of the European Green Capitals 2010-2020</b>
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
<b>3. referierter Fachartikel</b>	<b>Course change: Navigating urban passenger transport toward sustainability through modal shift<sup>93</sup></b>
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"> <li>• Automotive Engineering: Q1; Rang 15 von 118 gelisteten Journals (2022)</li> </ul>

<sup>92</sup> 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>

<sup>93</sup> 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"> <li>• Civil and Structural Engineering: Q1; Rang 51 von 366 gelisteten Journals (2022)</li> <li>• Environmental Engineering: Q1; Rang 25 von 193 gelisteten Journals (2022)</li> <li>• Geography, Planning and Development: Q1; Rang 66 von 821 gelisteten Journals (2022)</li> <li>• Transportation: Q2; Rang 32 von 130 gelisteten Journals (2022)</li> </ul>
<b>4. Fachartikel (Manuskript)</b>	<b>Moving cities forward – Better understanding reconfigurative path-way creations in urban mobility using whole systems analysis and ‚urban landscapes‘</b>
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"> <li>• Environmental Science (miscellaneous): Q1; Rang 18 von 422 gelisteten Journals (2023)</li> <li>• Renewable Energy, Sustainability and the Environment: Q1; Rang 22 von 252 gelisteten Journals (2023)</li> <li>• Social Sciences (miscellaneous): Q1; Rang 12 von 795 gelisteten Journals (2023)</li> </ul>

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><b>Menschenverursachter Klimawandel:</b> Der Verkehrssektor verursacht im Jahr 2019 rund 15% der globalen Treibhausgasemissionen (EPA 2024).</p>
<p><b>Veränderung in der Integrität der Biosphäre</b> (funktionale Integrität &amp; 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 km<sup>2</sup> „gerade einmal“ noch sechs unzerschnittene verkehrsarme Räume gibt, die größer als 100 km<sup>2</sup> sind (Lucht et al. 2021, S. 41).

**Überladung mit neuartigen Stoffen<sup>94</sup>:** 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-Anteils<sup>95</sup> 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.<sup>96</sup> 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

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

<sup>95</sup> 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).

<sup>96</sup> 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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Emissionen trägt der Verkehrssektor auch zum Abbau der Ozonschicht bei, da Wissenschaftler\*innen davon ausgehen, dass der CO<sub>2</sub>-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.<sup>97</sup> Die Europäische Umweltagentur schätzt die Anzahl der vorzeitigen Todesfälle in der EU aufgrund von PM<sub>2,5</sub>-Feinstaubkonzentrationen von über 5 µg/m<sup>3</sup> 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.).

<sup>97</sup> 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

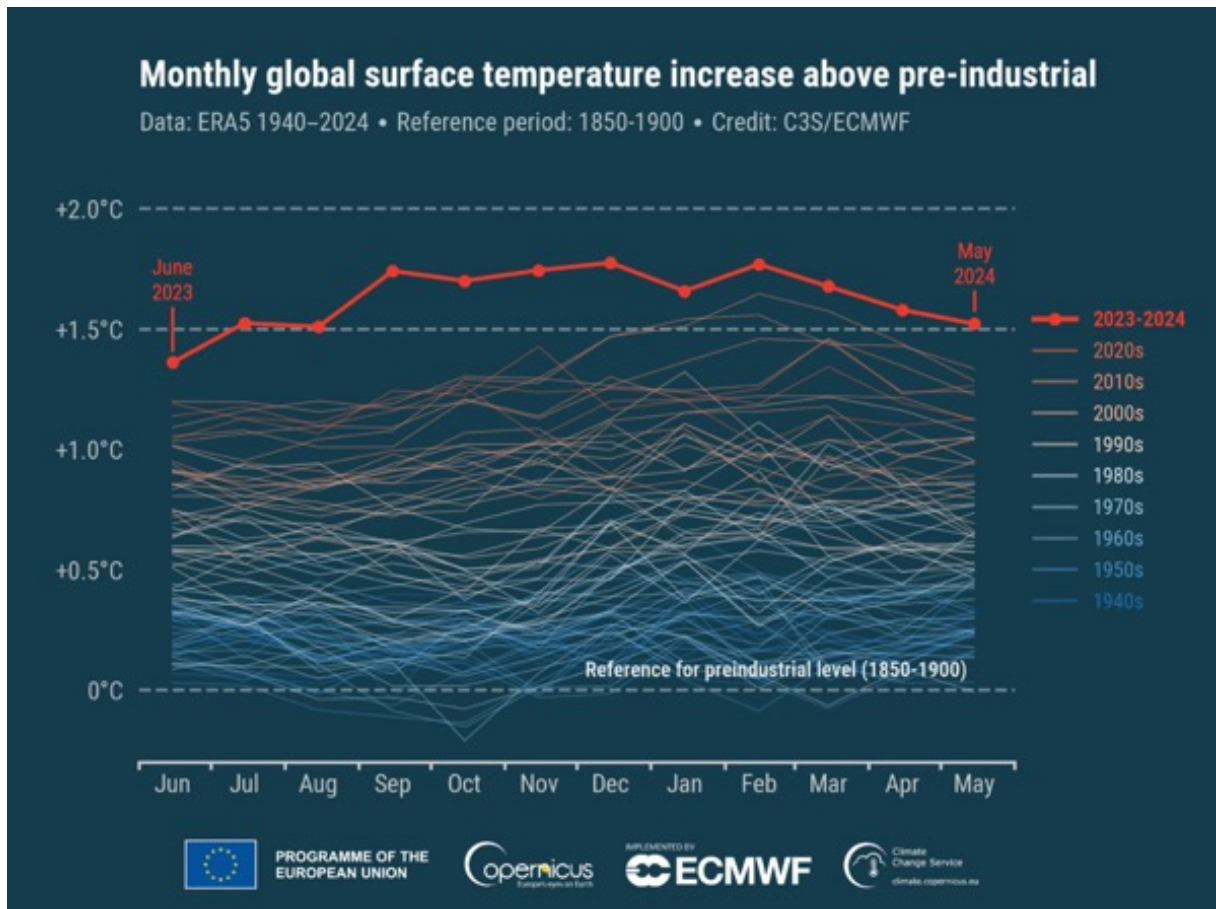
Jahr	Jahresemissionsmengen des Verkehrs in Mio. t CO <sub>2eq</sub>		Bundespolitische Reaktion (im Folgejahr zu den überschrittenen Jahresemissionsmengen)	Bewertung durch den Expertenrat für Klimafragen
	Zulässig	Überschreitung		
2020	150	Keine Überschreitung	Kein Sofortprogramm erforderlich	/
2021	145	3	13.07.2022: Dreiseitiges <b>Sofortprogramm</b> 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 <b>Klimaschutzprogramm 2023</b> 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 <b>Beschluss KSG-Gesetzesnovelle zur Abschaffung der „Sektorziele“</b> 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 <sub>2eq</sub> , 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

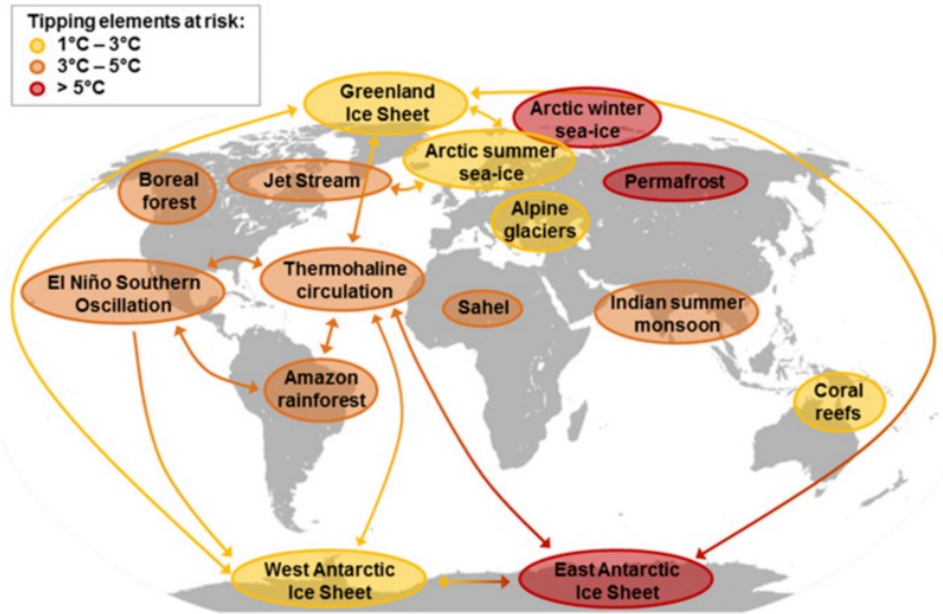
## 8.5 Den Rahmentext ergänzende Abbildungen

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

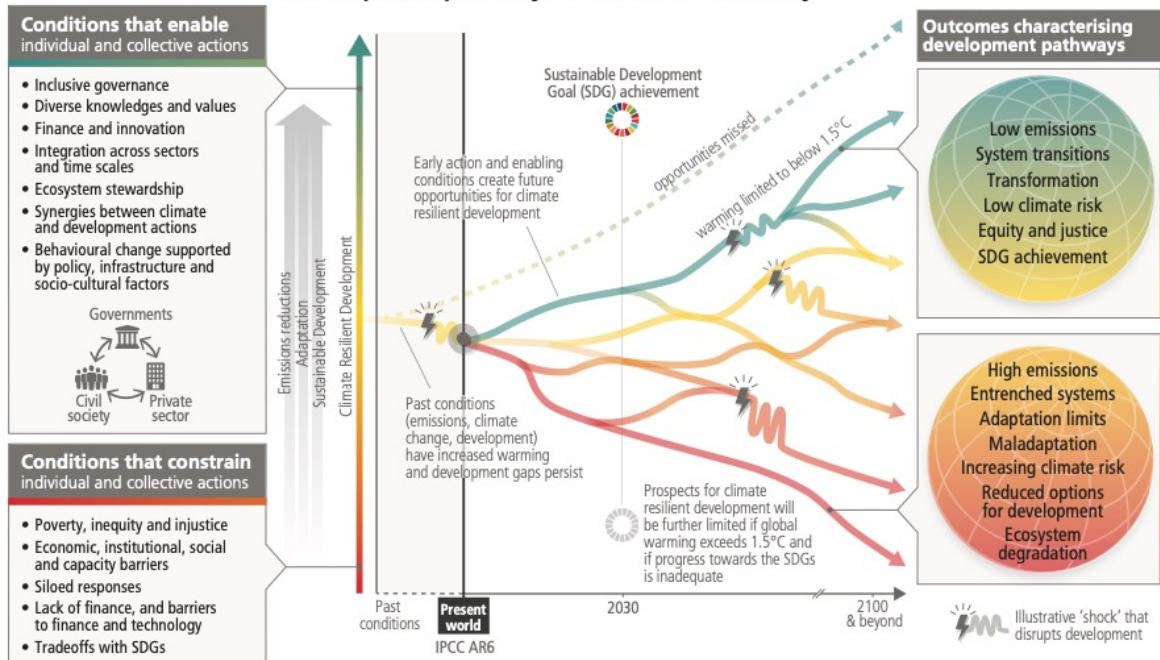
Abbildung 8-3: Systematisierung der Verkehrsmittel im Alltagsverkehr entlang ihres Motorisierungsgrads und der Form ihrer Nutzung



8.6 Darstellung von Transformationspfaden zur Nachhaltigkeit des IPCC

**There is a rapidly narrowing window of opportunity to enable climate resilient development**

**Multiple interacting choices and actions can shift development pathways towards sustainability**



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


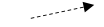

#### Situative factors

-  Triggering event and developments
-  Lucky coincidence

#### Niche & agency

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

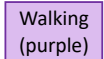
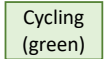
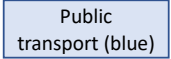
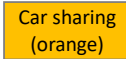
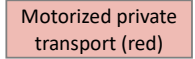

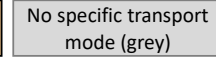
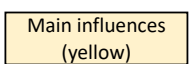
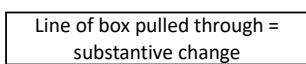
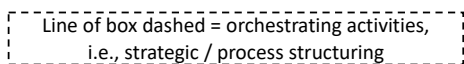
#### Transition dynamics

-  Accelerated
-  Continuity-based
-  Disruptive

#### Process perspective

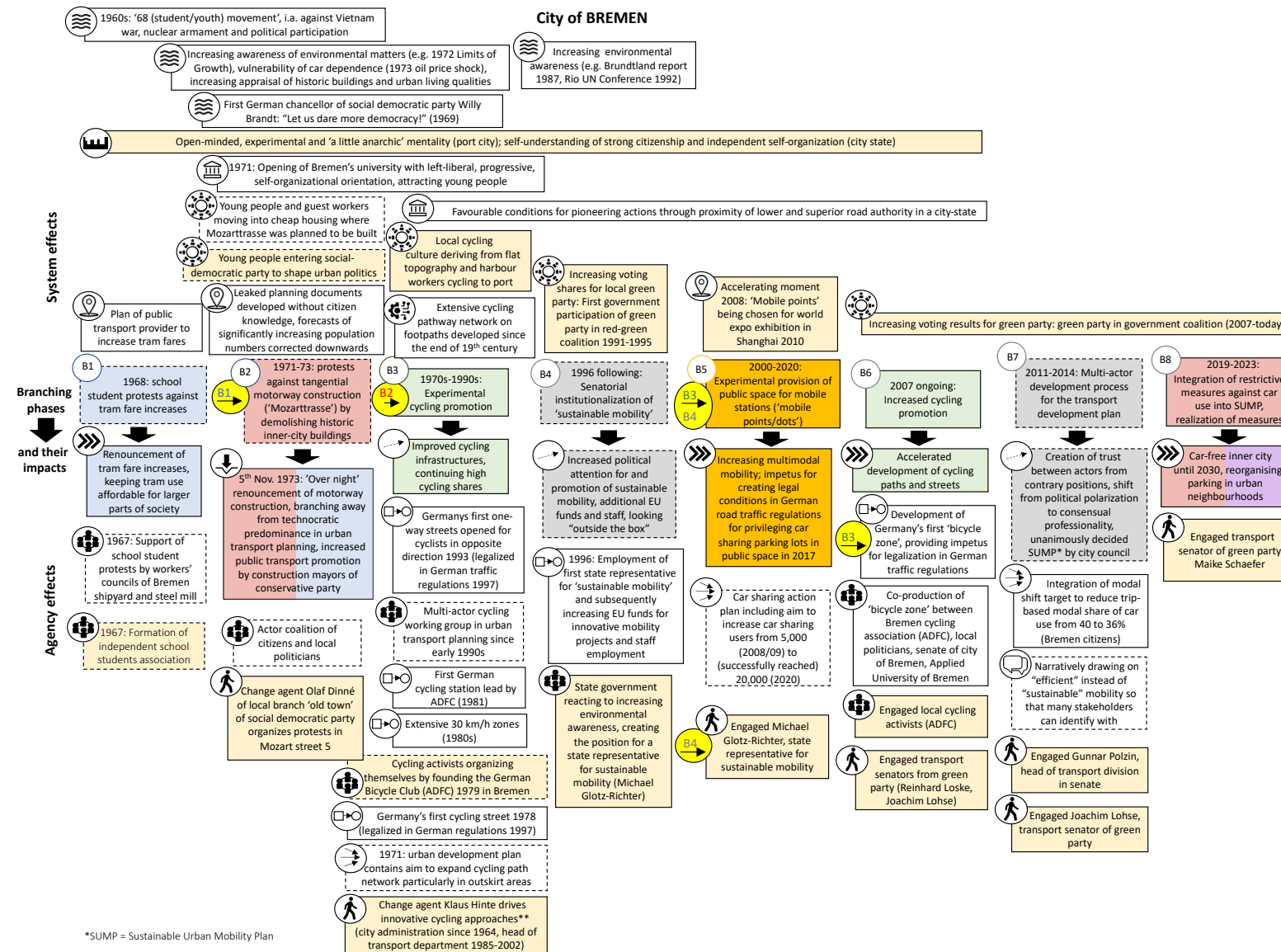
-  Influencing factors

#### 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			

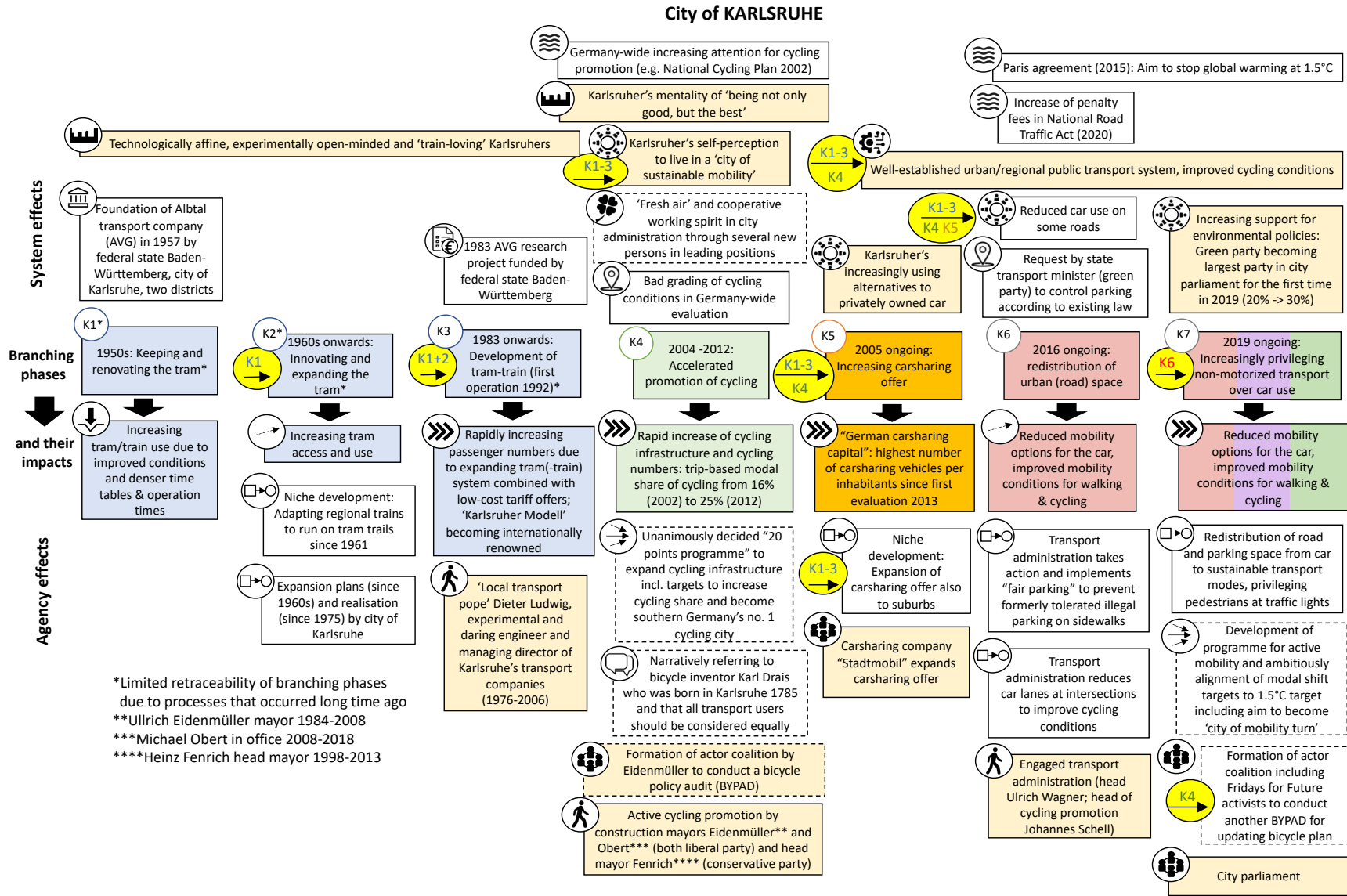
Eigene Abbildung

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



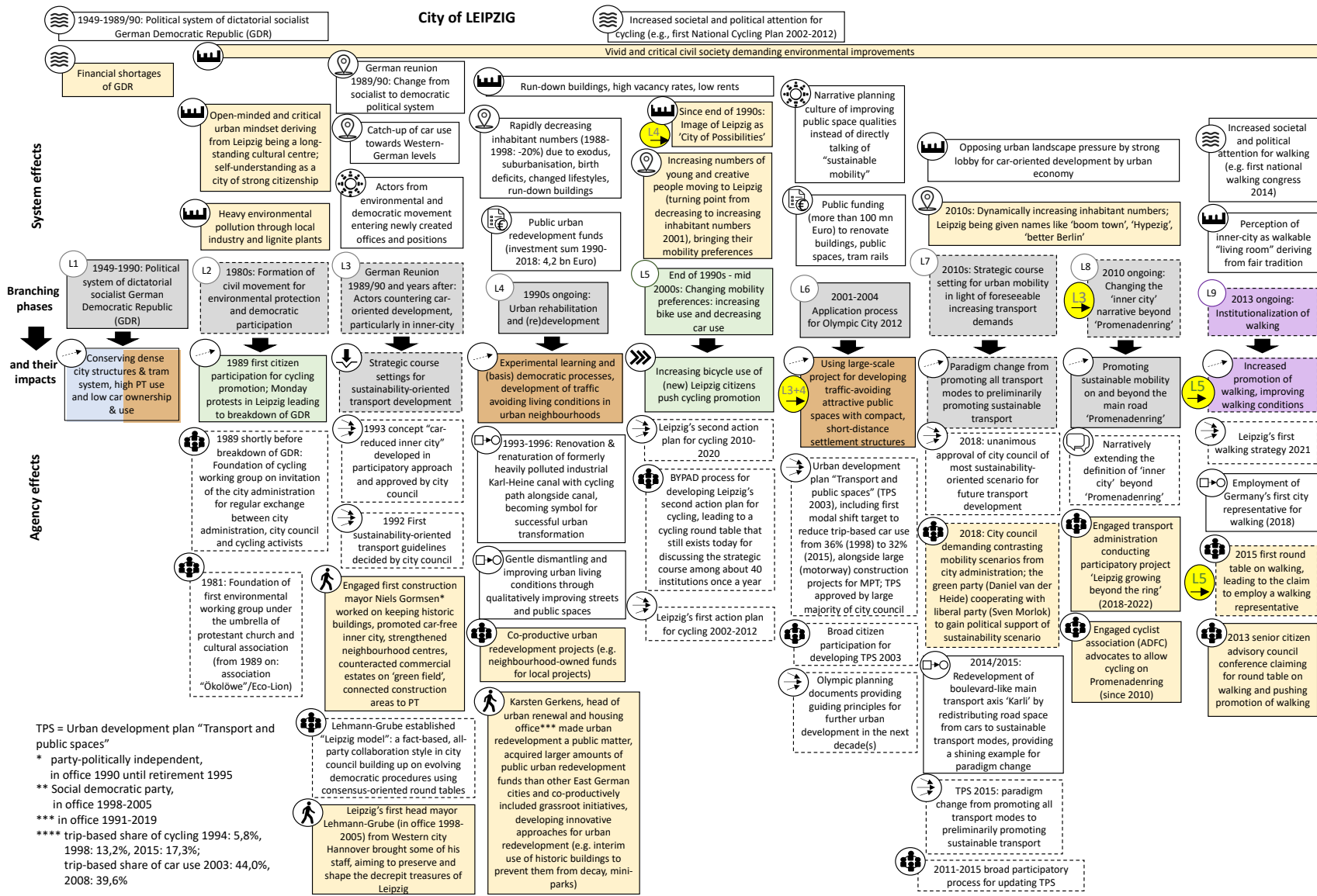
Eigene Abbildung

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)

Article

# Vision Development towards a Sustainable North Rhine-Westphalia 2030 in a Science-Practice-Dialogue

Miriam Müller \* and Oscar Reutter

Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, Döppersberg 19, 42103 Wuppertal, Germany; oscar.reutter@wupperinst.org

\* Correspondence: miriam.mueller@wupperinst.org; Tel.: +49-202-2492-265

Academic Editor: Manfred Max Bergman

Received: 30 April 2017; Accepted: 18 June 2017; Published: 26 June 2017

**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.

**Keywords:** sustainability strategies; vision development; targets; indicators; participatory research; Federal State of North Rhine-Westphalia; transition management; sustainable mobility; modal split; transformative science

---

## 1. Introduction

Sustainable development is a highly complex and uncertain endeavor that requires new forms of governance, fundamental system changes and long-term guidance [1–3]. It is a cross-cutting task of collective responsibility that can only be achieved with coordinated strategies at global, national, regional and local levels [4]. The Global Earth Summit of the United Nations in Rio 1992 has urged the need for sustainability strategies [5] to meet the pressing challenges of sustainable development.

Besides the United Nations 2030 Agenda for Sustainable Development, adopted in 2015 [6], and the National Sustainability Strategy of Germany, adopted in 2002 and re-adopted in 2017 [7], 15 out of 16 German federal states had adopted statewide strategies by April 2017. Particularly, in the last couple of years, there is an increasing dynamic in the development of state sustainability strategies. Federal states play a vital role in managing transitions towards sustainable development because of their regional competences in legislation and implementation, their regional expertise and their proximity to regions and cities, citizens, civil society and companies [8].

The federal state of North Rhine-Westphalia (NRW), being the most populous federal state of Germany and an important industrial and economic region, adopted its sustainability strategy in July



2016 [9] as the eleventh federal state of Germany. The development of the sustainability strategy in NRW was accompanied by a research project of the Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy [10]. The aim of the research project was to analyze and reflect upon the development and design of a sustainability strategy for NRW from a science perspective. In one out of eleven work packages, a vision “Sustainable NRW 2030” was developed in a science-practice-dialogue ([11]; see [12] for English translation). The vision consists of two elements: A narrative text that describes a desirable picture of a sustainable NRW in 2030 and operationalized targets and indicators, mainly in final scores, that aim at making the vision tangible, measurable and manageable.

Vision development and target formulation are important instruments at the strategic level of transition management [13] (p. 104). They are part of the good governance criteria for sustainable development [14]. Visions are “qualitative, inspiring, challenging and imaginative pictures of the future that define a structurally different, and more sustainable, state of the system” [13] (p. 117). Their “over-arching goal is to stimulate a sense of shared direction and ambition amongst a variety of actors” [13] (p. 118).

For developing the vision “Sustainable NRW 2030”, a first draft text version was developed by the Wuppertal Institute. According to the “participatory nature of transition management” which “allows for iterative problem- and goal formulating processes between different types of actors” [13] (p. 118), this draft version was discussed and further developed in three iterative loops in dialogue with experts and stakeholders from science, civil society and administration. The three iterative loops resulted in revising and reworking the vision three times. Changes were made in the length, structure, content and level of detail of the vision.

Overall, the authors argue that the participatory approach for the vision development process lead to an improved quality and broader acceptance of the vision. As a result, a part of the vision developed by the Wuppertal Institute was used by the federal state of NRW for their sustainability strategy: 65% of the words of the vision that now flanks the sustainability strategy were taken from the Wuppertal Institute’s vision.

In this paper, an extended version of a conference paper presented at the 2017 World Sustainability Forum (WSF2017) in Cape Town, South Africa [15], the approach for developing a sustainability vision in a participatory approach and the lessons learned will be presented and discussed from a practical and a theoretical perspective of transition management. The role of a state vision, targets and indicators will be analyzed by taking the example of a “4 × 25% modal split” target in the year 2030. The paper concludes that transformative research can contribute valuable inputs for sustainability transitions and for facilitating mutual learning during participatory vision development processes. The lessons learned from the project provide valuable knowledge that can be used for similar vision development processes elsewhere.

## 2. Historical and Theoretical Background

### 2.1. Sustainable Development

The term “sustainable development” was coined by the Brundtland Commission in 1987 as a development “that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs” [16] (p. 41). The concept of sustainable development was further elaborated at the 1992 United Nations Conference on Environment and Development (UNCED, Earth Summit) in Rio de Janeiro [5,17] and at the World Summit on Sustainable Development (WSSD) in 2002 in Johannesburg. The conferences strengthened the concept of the three dimensions of sustainability—society, environment, and economy—and emphasized the collective responsibility at local, regional, national and global levels [4].



## 2.2. Sustainability Strategies

The history of sustainability strategies draws back to the Agenda 21 process that was started at the UNCED in Rio de Janeiro 1992 with a guidance paper on sustainable development [5]. It is the first document to specify the character of sustainability strategies [14]. It called upon the country governments to develop their own national strategies for sustainable development in cooperation with the relevant stakeholders [5] (p. 66). Sustainability strategies are defined by referring to the three dimensions of sustainability and the Brundtland definition of intergenerational sustainability: A sustainability strategy “should build upon and harmonize the various sectoral economic, social and environmental policies and plans that are operating in the country. ( . . . ) Its goals should be to ensure socially responsible economic development while protecting the resource base and the environment for the benefit of future generations. It should be developed through the widest possible participation” [ibid.].

In the following years, several guidelines for sustainability strategies were developed (e.g., [18,19]). The European Sustainable Development Network (ESDN) highlights that sustainability strategies “put a strong emphasis on procedural and institutional aspects of an iterative governance process in which networks ought to play an increasingly important role” [14]. The ESDN synthesized seven good governance criteria that should be addressed for sustainable development in general and for sustainability strategies in particular: (1) definition of a common long-term vision and strategic objectives; (2) high-level commitment; (3) horizontal integration; (4) vertical integration; (5) participation; (6) implementation mechanisms and capacity-building; and (7) monitoring, evaluation and strategy renewal [14].

Since the UNCED Agenda 21 document from 1992 did not contain a submission date for national sustainable strategies and progress on national levels was rather slow, the General Assembly adopted a “Programme for the Further Implementation of Agenda 21” in 1997 and agreed that all national sustainability strategies should be completed by 2002 [20] (paragraph 24a). Accordingly, the National Sustainability Strategy of Germany was adopted in 2002 (re-approval of a new version in 2017) [7].

However, sustainable development is a cross-cutting task and requires coordinated actions also at local, regional, national and global levels. In Germany, federal states play a vital role in managing transitions towards sustainable development because of their regional competences in legislation and implementation, their regional expertise and their proximity to regions and cities, citizens, civil society and companies [8]. By April 2017, 15 out of 16 federal states in Germany had adopted a sustainability strategy [21].

## 2.3. Sustainability Strategy of North Rhine-Westphalia (NRW)

The federal state of North Rhine-Westphalia (NRW) adopted its sustainability strategy in June 2016 [9] as the eleventh federal state of Germany. NRW is the most populous federal state of Germany (17.7 million or 22% of the German population in 2015). It is the most densely populated territorial state of Germany with 396 municipalities including 28 cities with more than 100,000 inhabitants. Furthermore, NRW is one of the most important economic and industrial regions in Germany: NRW is home to energy-intensive industries such as steel, aluminum and cement industries. NRW produces one third of the Germany’s electricity [22] and uses one third of Germany’s primary energy consumption [23]. NRW causes one third of Germany’s greenhouse gas emissions (2012) [24].

Based on its coalition agreement 2012–2017 [25], the state government of NRW decided in a cabinet approval (November 2013) to develop a sustainability strategy headed by the environmental state ministry (Ministry for Climate Protection, Environment, Agriculture, Conservation and Consumer Protection of the State of North Rhine-Westphalia (MKULNV NRW)) and with the participation of all other state ministries, the state government and in exchange with stakeholders from civil society, economy, municipalities and science [26]. Thus, the development process included several cooperation and participation elements: an inter-ministerial working group (IMAG Sustainability), annual sustainability conferences, two public consultation rounds in 2014 and 2015 and three accompanying projects: a “lessons learned” project on the “Successful Development of Sustainability Strategies”

by the Bertelsmann Stiftung [27], participation projects by the Local Agenda 21 NRW [28] and an accompanying research project by the Wuppertal Institute [10].

The sustainability strategy of NRW that was adopted in June 2016 and consists of a strategy paper that was also translated into English [9] and a first indicator report that shall be updated every two years [29]. The strategy covers all three dimensions of sustainability (environmental, social, economic) across 19 fields of action including seven priority areas: (1) Climate Protection; (2) Environmental Economics; (3) Biodiversity; (4) Sustainable Financial Policy; (5) Sustainable Urban and Neighborhood Development and Local Mobility; (6) Demographic Change and age-appropriate Neighborhoods; and (7) State initiative “NRW holds together—for a life without poverty and outlawing”. Furthermore, the strategy contains roughly 70 indicators and targets for the years 2020, 2030 or 2050. Cross-references are given when indicators align to the United Nations’ sustainability development goals (SDGs) of Agenda 2030 [6].

#### *2.4. Accompanying Research Project by the Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy*

The research project by the Wuppertal Institute that accompanied the development of the sustainability strategy NRW ran from 2013 to 2017 and was funded by the environmental state ministry (MKULNV NRW). The aim of the research project was to analyze and reflect upon the development and design of a sustainability strategy for NRW from a science perspective. From the beginning, a “TEAM Sustainability” was involved as part of the research project. The TEAM Sustainability is an advisory board of the research project that consists of stakeholders from different institutional and professional backgrounds to represent different contents of the sustainability debate. The eleven work packages of the research project included inter alia the review of existing sustainability activities in NRW [30], the identification of relevant strategies in different fields of action [31] and the compilation and assessment of existing indicators and targets at different political levels [32]. In one work package, a vision “Sustainable NRW 2030” was developed in a science-practice-dialogue [11,12]. The aim of this paper is to present, analyze and discuss the lessons learned from the approach and the results for developing a sustainability vision for NRW.

#### *2.5. The Role of Visions for Sustainable Development from the Perspective of Transition Management*

Visions are a central element for sustainable development and sustainability strategies. Modern visioning approaches emerged during the 1980s and 1990s [33,34]. Since then, a variety of visions from planning, policy, stakeholders, experts and stakeholder coalitions have been developed ([35–37]; for an overview see [38]).

Sustainable development is characterized by high complexity and uncertainty. Sustainability challenges such as climate change, urbanization and building an inclusive society are long-term processes that take at least one generation, span over more than one policy cycle and involve multiple topics and sectors, policy levels and stakeholders [1,38]. There are several uncertainties in terms of risks and chances, knowledge, synergies and unintended side-effects [39].

Solving sustainability challenges thus represents an enormous challenge for policy, science and society [1]. It is increasingly recognized that the complex and long-term challenges of sustainable development require new forms of governance, far-reaching approaches and fundamental system changes [1,3], “which cannot be brought about by technological innovations alone but which require (. . . ) mutually reinforcing institutional and sociocultural transformations” [1].

As a response to dealing with long-term socio-technical change, the concept of transition management has been introduced and discussed [1–3,40]. Transitions are defined as “large-scale transformations within society or important subsystems, during which the structure of the societal system fundamentally changes” [3]. Transitions are described as a shift from a relative stable system to a new (stable) system [3]. During this shift, transitions go through different subsequent stages (takeoff, acceleration/breakthrough, and stabilization) and alternative solutions are developed in an interplay between different scale levels (macro level/landscape, meso level/regime, and micro level/niches; described as multi-level approach) [3].

The concept of transition management has been introduced to translate the abstract theory of transitions into a practical management framework that explicitly deals with transition processes in complex societal systems [3]. Transition management aims at realizing long-term sustainable development with new forms of governance [3]. Transition management is a cyclical process (“transition cycle”) that comprises the following elements [3,13,41,42].

- (i) Problem analysis and the development of system knowledge;
- (ii) Developing a vision of sustainable development, targets and a transition agenda;
- (iii) Mobilizing actors for executing experiments; and
- (iv) Learning from the transition experiments by evaluation and monitoring; diffusion of transformation knowledge and adjustment of vision, agenda and coalitions.

The transition management activities can be allocated to different governance levels: The strategic (problem structuring and envisioning), the tactical (network building and agenda setting) and the operational (implementation) level. Overall, the transition cycle represents an iterative, reflexive and exploratory governance approach [43] that encompasses “learning by doing” elements in an adaptive and participatory governance setting [1,13].

In transition management, vision development is a central element at the strategic level of transition processes. According to Loorbach, visions are “qualitative, inspiring, challenging and imaginative pictures of the future that define a structurally different, and more sustainable, state of the system” [13] (p. 117). Wiek and Iwaniec describe visions as “an influential, if not indispensable, stimulus for change” [34] (p. 497). Kemp et al. point out that there is no fixed concept or identifiable end state of what sustainability is [2]. Rather, the concept of sustainability derives from a continuous opinion formation process on what societies consider to be sustainable [2]. Thus, each generation has to take up the challenge anew and formulate their ideas of sustainability [2]. Against this background, visions can help actors by providing direction for actions and behavior, by creating identity and community and by overcoming short-term thinking [34,38]. According to the participatory nature of transition management, the participatory formulation of a joint vision is crucial for achieving a widely accepted vision as it allows for iterative problem and goal formulation and mutual learning processes amongst a variety of stakeholders [13]. Loorbach and Lindt point out that, besides having a shared vision, also “the process of envisioning is just as important as the ultimate visions themselves” [3] (p. 7). Scientists and practitioners should ideally work together for co-producing the knowledge necessary for shaping the complex challenge of sustainable development [44–46]. Mauser et al. argue that the “dialogue between stakeholders and scientists ensures the exchange and interaction of their respective knowledge and thereby ensures the societal relevance of the research” [46] (p. 428).

A long-term vision of sustainability is the basis for setting short- and long-term operationalized targets and for developing action plans and instruments. Wiek and Iwaniec underline that if visions remain abstract, they do not convey. “A key to specifying a vision is the provision of qualitative and/or quantitative targets, thresholds, tipping points, or other normative reference points” [34] (p. 502). Since sustainable development requires considerable system changes in order to reach the conditions described in a vision, scientific foresight methodologies offer a useful tool “for reflecting on how to enable action leading to such fundamental changes” [47] (p. 56). Among these, scenario-building techniques are particularly suitable for exploring possible future paths, because they are “sufficiently formalized for producing outputs which are robust and thus credible for providing policy support” [ibid.]. Wiek and Iwaniec point out that, whereas visions represent a desirable future state that should be, scenarios describe a possible future state (scenarios building), a likely future state (forecasting) and pathways to desirable future states (backcasting) [34] (p. 497).

### 3. Developing a Sustainability Vision in a Science-Practice-Dialogue—Methodological Approach

In its accompanying research project for the development of the Sustainability Strategy NRW (see Section 2.4), the Wuppertal Institute developed a sustainability vision for a “Sustainable NRW

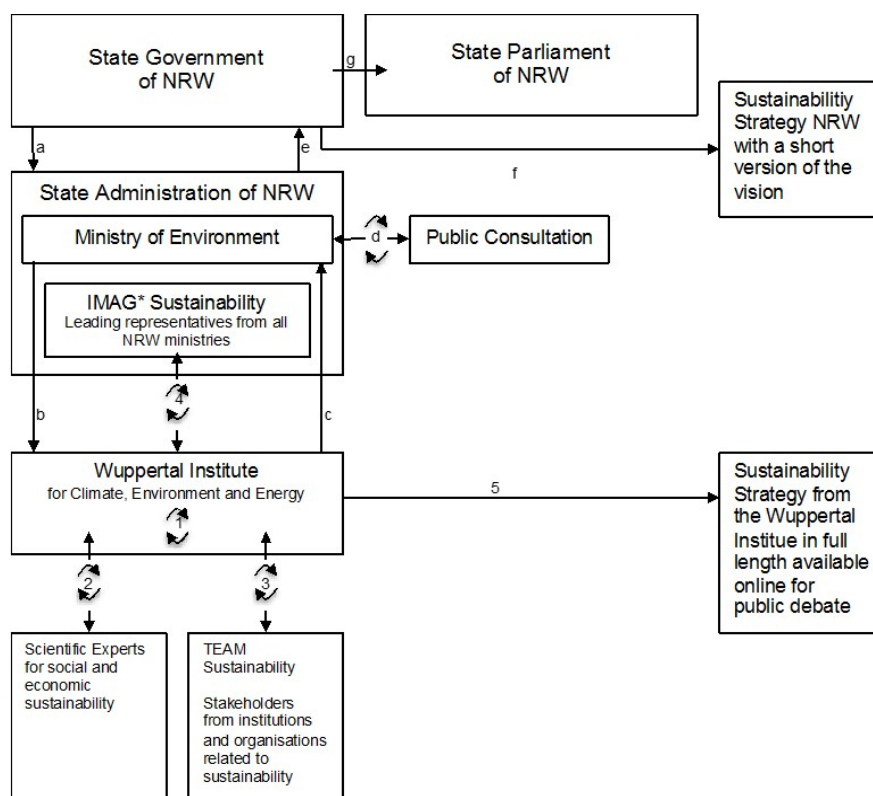
2030" in a science-practice dialogue. The vision was developed from January 2015 to May 2015. The task was to develop a sustainability vision that is specific for NRW and could serve as a positive image and reference framework for the Sustainability Strategy NRW. As such, the vision should be as abstract as necessary and as concrete and guiding as possible.

### 3.1. Process of Developing the Vision

The following figure (Figure 1) visualizes the process of the vision development as part of the strategy development process at NRW state level and as part of the accompanying research project: (a) Cabinet Approval of the NRW State Government in 2013 to develop a sustainability strategy NRW headed by the environmental state ministry. (b) Research funding granted to the Wuppertal Institute for a research project. One of the eleven work packages included the development of a vision in a science-practice dialogue.

(1) In a first step, the Wuppertal Institute set up its research team to develop the first draft vision. The research team comprised research fellows from different scientific backgrounds (economy, geography, policy sciences, urban and environmental planning). For preparing the writing of the vision, literature and relevant documents were reviewed (existing visions, policy documents, targets and indicators). Based on this research, internal working documents were developed about the NRW characteristics and possible guiding principles of a vision. Subsequently, a first draft text version was developed in iterative loops between the members of the research team. (2) In a second step, the Wuppertal Institute discussed the first draft text version in a half-day workshop with experts for social and economic sustainability. With this interdisciplinary workshop, the Wuppertal Institute wanted to back up its own main expertise in environmental sustainability with additional expert knowledge in the social and economic sustainability. Experts came from research institutes and organizations in NRW. The Wuppertal Institute integrated the results of the discussion in the draft text version and created a second draft text version. (3) A second draft text version was then discussed with the members of the TEAM Sustainability (multi-stakeholder advisory board of the research project with stakeholders from institutions and organizations related to sustainability) (see Section 2.4). The Wuppertal Institute integrated the results of the discussion into the vision. (4) A third draft text version of the vision was then discussed with the inter-ministerial working group IMAG Sustainability (leading representatives from all NRW ministries). The Wuppertal Institute integrated the results of the discussion into the draft text vision and developed the final fourth version of the vision. (5) The final vision developed in the research project was published online on the web server of the Wuppertal Institute following the approval of the funding sponsor.

(c) The final version of the vision was submitted to the contracting authority of the Ministry of the Environment (MKULNV NRW). (d) The State Administration used parts of the vision for their vision in the Sustainability Strategy NRW. The draft Sustainability Strategy NRW was given for public consultation. (e) The NRW State Administration submitted the revised Sustainability Strategy to the State Government of NRW. (f) The State Government of NRW approved the Sustainability Strategy NRW in June 2016. A few parts of the vision developed by the Wuppertal Institute became part of the vision in the Sustainability Strategy NRW. (f) The State Government notified the State Parliament about the approved Sustainability Strategy.



**Figure 1.** Overview of the vision development process as part of the development process of the Sustainability Strategy North Rhine-Westphalia (NRW). The different elements of the figure are described in the paper text. \* IMAG = Inter-ministerial working group.

### 3.2. Guiding Criteria for Developing the Vision

For drafting the vision, ten guiding criteria were developed (see [34,48] for comparable quality criteria for sustainability visions):

- (1). **Normative orientation:** The vision draws a positive and holistic picture of a desirable sustainable future to demonstrate “This is how we want to live!” The purpose of the vision is to inspire and motivate.
- (2). **Time horizon:** The target year of the vision is 2030 or 2050 when reasonable (e.g., for climate change). The vision is written in present tense.
- (3). **Context:** The vision highlights the specific character and context conditions of NRW but is also generally valid.
- (4). **Ambition:** The vision is ambitious, but also feasible; the vision is neither utopian nor naïve.
- (5). **Subject:** Subject is the federal state of NRW in the third person (“NRW” and not “we” or an invented individual).
- (6). **Target group:** Target group is the informed public.
- (7). **Language style:** The vision is systematic, analytical and scientifically sound but also comprehensible for people from outside the scientific community. The language style is objective, factual and with short sentences, but imaginative by created images.
- (8). **Content:** The vision draws a holistic picture of sustainable development.
- (9). **Level of detail:** The vision contains both a qualitative text and operationalized targets (existing targets at state level or other political levels and proposed targets from the science perspective) to link the vision to implementation and monitoring. The targets developed were quantified, time-related, easy to communicate and (if possible) and conformed to the “SMART” criteria: They

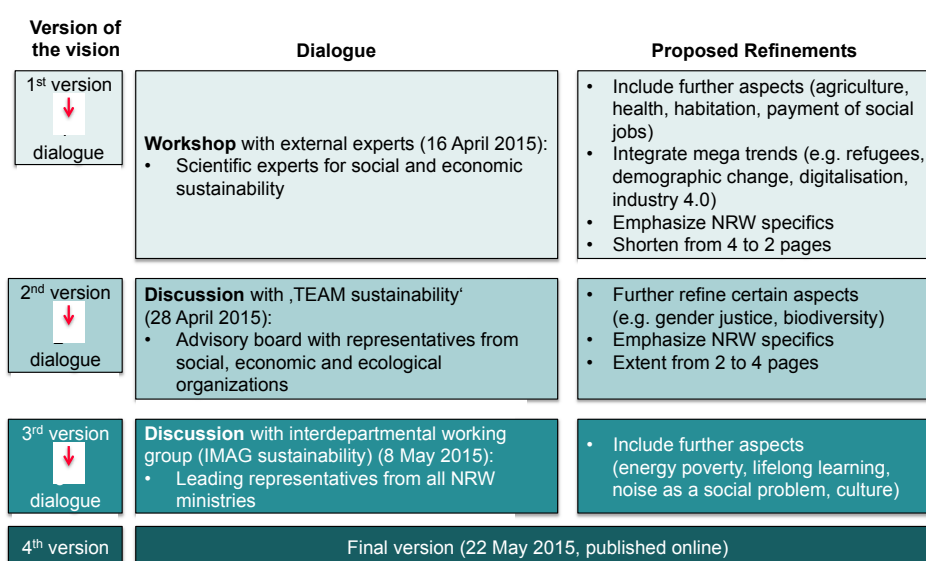


were specific (target a specific area for improvement), measurable (quantify or at least suggest an indicator of progress), assignable (specify who will do it), realistic (state what results can realistically be achieved, given available resources), time-related (specify when the result(s) can be achieved) [49].

- (10). **Acceptance:** The vision was discussed with relevant stakeholders from science, civil society and administration to integrate a broad variety of stakeholder views and generate high acceptance.

### 3.3. Inputs from the Dialogue Rounds with Experts and Stakeholders

The following figure gives an overview of the dialogue sessions and the proposed refinements given by the participants of each discussion round (Figure 2).



**Figure 2.** Dialogue Rounds and Proposed Refinements.

In each of the three dialogue sessions, inputs were given on the further inclusion and refinement of aspects (e.g., payment of social jobs, energy poverty, and lifelong learning). In the first dialogue session, participating experts argued to integrate mega trends as they will pose a significant long-term challenge for sustainable development in the upcoming decades and thus should be part of a long-term vision (e.g., demographic change, digitalization, and refugees). In both the first and the second dialogue round, participants stressed to further strengthen the NRW specifics.

Furthermore, the length of the vision has been subject to controversial debate among the dialogue participants: The first draft text vision of the Wuppertal Institute was four pages long. The participants of the first dialogue round proposed to shorten the vision to only two pages because from their point of view it contained too many details. Thus, the Wuppertal Institute shortened the first four-page version to a two-page version. The participants of the second dialogue round then argued that the two-page vision was not informative enough because it was too abstract and vague. Thus, the Wuppertal Institute extended the two-page version back to a four-page version.

## 4. Vision “Sustainable NRW 2030”—Results

### 4.1. Structure of the Vision

The overall document that was produced has the following structure (see Figure 3):

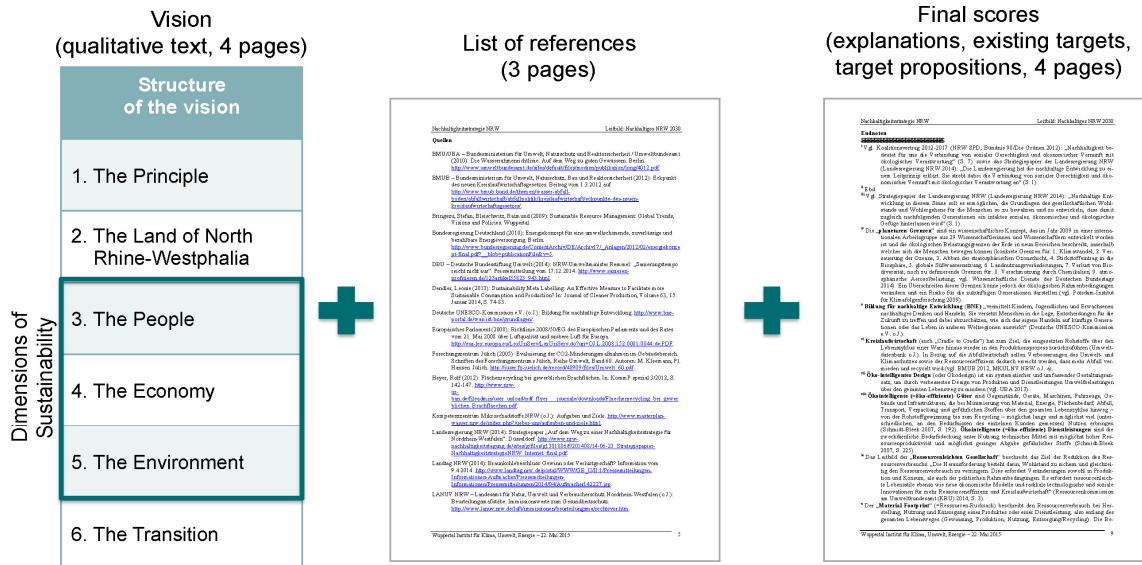


Figure 3. Structure of the Vision Document.

- **Four pages of the qualitative text of the vision** (for description, see Section 4.3) with the following structure (see Figure 3): The first section “The Principle” is a short version of the vision with the most relevant guiding principles. The section “The Land of North Rhine-Westphalia” describes how sustainable development is realized against the background of the specific context conditions in NRW. “The people” represents the social dimension of sustainability that was deliberately chosen to be the first sustainability dimension to underline the relevance of sustainable development for the people. The economic sustainability dimension “The Economy” follows in the second place and the environmental dimension “The Environment” in the third place. In the sixth section “The Change”, the authors describe how sustainable development is achieved in terms of the management of change.
- **Three pages of references.** The list of references includes scientific analyses, position papers, administration and policy documents. The reference list underlines that relevant documents were taken into account for vision development and that the vision is scientifically sound and well-grounded;
- **Four pages of final scores** with explanations of technical terms, existing and proposed targets. The final scores were used to give further information so that the vision is understandable also to people that are not familiar with certain technical terms or issues, for example with the concepts of planetary boundaries or education for sustainable development. Furthermore, the final scores were used to link principles of the vision to concrete targets for future development—either with already existing targets or with targets that the Wuppertal Institute proposed based on existing targets at different political levels or normative requirements.

4.2. Content of the Vision—Qualitative Text and Quantitative Targets

In this section, the content of the different sections of the vision is briefly described. The main aspects of each section are mentioned. Tables 1–3 list the qualitative and quantitative targets proposed as part of the vision and their utilization in the state sustainability strategy. The vision is written from the perspective of the year 2030.

**Table 1.** Proposed qualitative targets of the Wuppertal Institute in the part “The People” (examples) and their operationalization in the Sustainability Strategy NRW.

Qualitative Targets for 2030 as Part of the Vision	Operationalized Targets as Part of the Sustainability Strategy NRW
Older worker are valued.	Increase of the employment rate among elderly people (from age 55 up to the statutory retirement age), especially of elderly women [9] (p. 34).
NRW takes preventative measures against the risk of poverty, particularly among migrants, single parents, the elderly, children and youths.	Reduction of the (gender-specific) poverty risks at an advanced age [9] (p. 34); Reduction of the at-risk-of-poverty rate for people from migrant backgrounds (p. 36).
NRW closely follows the fundamental principle of gender equality in all aspects of social life and works to eliminate discrimination on the basis of sex.	Increasing the percentage of women in management positions in companies and in the supreme state authorities; Reduction of the pay gap between men and women. [9] (p. 39)
Inclusion is embraced in all areas of society.	Continuous increase of the percentage of special-needs students attending regular schools by 2030 [9] (p. 39).

**Table 2.** Proposed operationalized targets and indicators of the Wuppertal Institute as part of the vision in the part “The Economy” and their use in the Sustainability Strategy NRW (examples).

Targets for 2030 as Part of the Vision	Placement	Target Derived from	Target Included in the Sustainability Strategy NRW?
Halving the material footprint (resource consumption) of private households from 44 tons in 2015 to 19 tons per year in 2030.	In final scores.	Target derived from scientific studies [50].	Partly: Without operationalization (“substantial reduction”) [9] (p. 49).
Reduction of final energy demand of up to 20% in 2030 compared to 2010.	In the main vision text.	Target derived from scenario calculations of the Climate Protection Plan NRW [51].	No. Similar target/indicator: “Reduction of final energy consumption of private households” [9] (p. 37).
In 2030, NRW produces around one-third of its electricity from renewable energies.	In the main vision text.	Target derived from scenario calculations of the Climate Protection Plan NRW [52].	Yes, similarly: more than 30% until 2025, more than 80% until 2050 [9] (p. 32).
2% refurbishment rate in buildings in 2030.	In final scores.	Target derived from scenario calculations of the Climate Protection Plan NRW [52].	Yes, but without target year: an average annual energetic renovation rate of 2% is envisaged [9] (p. 32).
4 × 25% modal split in passenger transport (one quarter of all trips by foot, bike, public transport, motorized private transport).	In final scores.	Target derived from the targets of the City of Essen in its application for European Green Capital (4 × 25% until 2035) [53] and the vision of the Ruhr metropolis (4 × 25% without target year) [54].	Similar: 60% walking, cycling and pedelec use of all trips in inner city areas in 2030 [9] (p. 37)
Reduction in the number of people killed in traffic accidents by two-thirds by 2030 compared to 2004	In final scores.	Target derived from the interim target of the NRW State Government: halving the number of people killed in traffic accidents in 2015 compared to 2004 [55].	No.



**Table 3.** Proposed operationalized targets and indicators of the Wuppertal Institute as part of the vision in the part “The Environment” and their use in the Sustainability Strategy NRW (examples).

Targets for 2030 as Part of the Vision	Placement	Proposed Target Derived from	Target Included in the Sustainability Strategy NRW?
Reduction of greenhouse gas emissions by more than 40% in 2030 compared to 1990 levels.	In the main vision text.	Target derived from the existing NRW targets of –25% until 2020 and –80% until 2050 compared to 1990 according to the NRW Climate Protection Law [56] and the scenario calculations of the Climate Protection Plan NRW for 2030 [52].	Yes, similarly: –25% until 2020 und –80% until 2050 compared to 1990; 2030 is oriented towards the calculations of the climate protection law of around –44% [9] (p. 32).
Doubling organic farming between 2013 and 2030.	In final scores.	Target derived from targets in other federal states.	Partly: Without operationalization (increase of organic farming) [9] (p. 38).
The EU’s limit values for particulate matter and nitrogen dioxide emissions are complied with and NRW is well on the way to achieving the more ambitious target values of the WHO <sup>1</sup> .	In the main vision text, numbers explicitly named in final scores.	Target derived from the targets of the City of Essen in its application for European Green Capital (compliance with EU limits until 2020, extensive compliance with WHO <sup>1</sup> guidelines until 2035) [57], the EU Directive 2008/50/EC, the German emission laws (BlmSchV) and the WHO <sup>1</sup> guidelines [58].	Yes, inclusion of some air targets: Annual mean of 20 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>10</sub> and of 40 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> (=both WHO <sup>1</sup> guideline) [9] (p. 25).
Largely avoiding harmful noise levels (65 dB(A) day and night; 55 dB(A) at night) and approaching more ambitious quality targets (55 dB(A) day and night; 45 dB(A) at night), both according to WHO <sup>1</sup> guidelines.	WHO <sup>1</sup> guidelines in main vision text, numbers explicitly in final scores.	Targets derived from the targets of the City of Essen in its application for European Green Capital (for 2035/long-term objective) [55] and WHO <sup>1</sup> guidelines [59,60].	Partly: Reduction of noise in residential areas taking WHO <sup>1</sup> guidelines into consideration (65 dB(A) day and night, 55 dB(A) at night) [9] (p. 26).
Groundwater and surface waters have attained “good status”.	In the main vision text.	EU Water Framework Directive (WFD, 2000/60/EC): groundwater and surface waters to have achieved “good status” by 2015, with an extended time limit until 2027.	Yes: All flowing water bodies will reach good status, according to EU Water Framework Directive by [9] (p. 33).
Daily land consumption has more than halved (compared to 2012) and now stands at <5 ha per day; it is approaching net zero in the long-term.	In the main text.	Existing target of the NRW State Government to restrict the daily land consumption in NRW to 5 hectares by 2020 [25] (p. 52).	Yes: Limitation of land use for settlement areas and traffic to 5 ha per day by 2020. The aim is a zero net consumption in the long run [9] (p. 34).

<sup>1</sup> WHO = World Health Organization.

#### 4.2.1. The Principle

The section states that NRW has developed sustainably until the year of 2030 and continues to do so hereafter. Being the most populous federal state of Germany, NRW has demonstrated how change can be achieved while keeping and strengthening industrial structures. The section refers to the three dimensions of sustainability and states that NRW follows its guiding principles of social justice, economic reason and ecologic responsibility. The section refers to the good governance criteria of sustainable development (target setting, monitoring) by saying that NRW has come measurably closer to its targets. Furthermore, the section refers to the intergenerational Brundtland definition of sustainability (preserving a sustainable world for future generations) [16] and the concept of the planetary boundaries. The planetary boundaries are biophysical boundaries that set the limits for a “safe operating space” in which humanity can continue to develop while preserving the Earth [61]. Furthermore, the section describes how this change is achieved: by a joint commitment of citizens, civil society, municipalities, science, education, economy and politics. By doing so, NRW has taken a

pioneering role, contributes to reach sustainability targets at different levels and benefits from new alliances and exchange with other regions in the world.

#### 4.2.2. The Land of North Rhine-Westphalia

The section “The Land of North Rhine-Westphalia” describes the specific challenges and supporting factors for sustainable development in NRW. The section states that NRW is conscious of its particular responsibility by being the most populous federal state and an important economic and industrial region. The section also describes, that NRW is well prepared for the transition challenges ahead because it has learned from former transition processes in NRW, such as industrial change and immigration. NRW makes use of this transition knowledge to realize sustainable development. In this process, NRW addresses major societal challenges, such as demographic change, and considers its specific structures, such as rural and urban areas and growing and shrinking regions.

#### 4.2.3. The People

The section “The People” addresses the social dimension of sustainability and starts with the sentence that the people in NRW enjoy a high standard of living in 2030. Aspects addressed are inter alia a self-determined life in a solidary society, equal rights for participation, gender equality and gender mainstreaming, inclusion, a pluralistic democracy and an open and constructive problem solving culture. The section states that NRW continues to be a land of immigration that strengthens NRW’s society and economy. This is achieved because different cultures and people are successfully brought together in a spirit of acceptance and diversity where xenophobia and right-wing extremism have no chance. Social cohesion is strengthened by redressing poverty and marginalization through intensive education and integration programs. NRW’s knowledge and education landscape enables lifelong learning and promotes the disadvantaged and highly talented alike. Education for sustainable development and cultural and political education have enabled people to be aware of the significance of sustainable development and to gain the knowledge, creativity and design competence to realize sustainable development. Flexible working time models and day-care centers enable the reconciliation of family and working life. Older workers are valued and the social, economic and municipal infrastructures are better adapted for the challenges of demographic change.

For the section “The People”, only qualitative targets were proposed. The following table lists several qualitative targets from the vision that were operationalized by indicators and targets in the Sustainability Strategy NRW (see Table 1).

#### 4.2.4. The Economy

The section “The Economy” addresses the economic dimension of sustainability and starts with the sentence that in 2030, NRW is a modern, dynamic and innovative industrial location and an internationally significant economic region. Aspects addressed in the section are a diverse labor market, fair wages, the smart integration of digitalization and industry 4.0, increased competitiveness, circular economy, the prevention of energy poverty, sustainable mobility and the development of new knowledge through science and the exchange between researchers and practitioners (transformative science). The section states that climate protection, the efficient use of resources and energy, and sustainable development have served as an engine of progress for prosperous business in NRW and as a guarantor for securing and creating jobs. Companies have developed their own sustainability strategies and successfully marketed their own environmental and climate-protection technologies. Municipalities have largely consolidated their budgets and balanced their books and, therefore, have the financial power to act. In 2030, NRW lives up to its special role as an energy state and has helped to ensure that energy transition in Germany makes a great leap forward. In the section, several indicators are included in the main text or in the final scores to concretize the vision (see Table 2).

#### 4.2.5. The Environment

The section “The Environment” addresses the environmental dimension of sustainability and starts with the sentence that in 2030, NRW has achieved ambitious environmental targets in the areas of climate protection, air pollution and noise control, water quality, biodiversity, nature and species conservation in open spaces and areas of settlement. The section continues by referring to NRW as an energy state and that NRW fulfills its role in tackling climate change and respecting the global two-degree limit. NRW continues to be a substantial industrial hub that cleverly combines climate protection and economic development. Mitigation and adaptation are implemented in parallel. The loss of species has been halted and biodiversity increased again. Operationalized targets concretize the section “The Environment” (see Table 3).

#### 4.2.6. The Change

The section “The Change” describes how the transition towards sustainable development has been achieved in NRW by 2030 from a backcasting perspective. The section starts by saying that in 2030, NRW has come far on its path to designing a future-oriented society: The Sustainability Strategy NRW has been implemented and continuously updated. Change has been achieved through the joint commitment of citizens, civic society, municipalities, science, education, business and political and administrative players. With a smart governing strategy, the NRW State Government has successfully brought all of these actors together for the joint advancement of sustainable development in NRW. All State Government actions are reviewed for their sustainability. Sustainability actions continue also beyond the year of 2030.

#### 4.3. Utilization of the Vision—Online Publication and Partial Integration into the Sustainability Strategy NRW

After the vision development process was finished, the final vision was submitted to the contracting authority of the Environmental State Ministry (MKULNV NRW). Furthermore, the Wuppertal Institute published the vision online on its web server, so it is available for public debate. The NRW State Administration then developed its draft sustainability strategy [22]. As a result, some important parts of the vision were used by the state administration for their draft sustainability strategy: In fact, most parts of the state vision are sentences directly taken from the vision developed in the research project. The NRW State Government adopted the revised draft Sustainability Strategy NRW in June 2016 (see Figure 1).

Whereas the full vision developed by the Wuppertal Institute (hereafter referred to as “WI vision”) stretches over four pages with additional references and final scores, the vision developed by the NRW State Administration (hereafter referred to as “state vision”) is considerably shorter and stretches over half a page [9] (p. 6). Sixty-five percent of the words and sentences from the state vision were taken from the WI vision, most times word-by-word. The following figure demonstrates which words and sentences from the state vision were taken from the WI vision (Figure 4).

All sentences in the state vision that were taken from the WI vision come from the first section of the WI version, “The Principle”. Thus, the sentences used in the state vision represent the key guiding principles of sustainable development, e.g., the three dimensions of sustainability, the intergenerational responsibility of sustainable development, global responsibility, the respect of the ecological boundaries of our planet as a framework for action, equal rights for all, a high quality of life and the achievement of ambitious environmental targets. The vision describes that environmental change is managed in an open, democratic and gender-equitable process, by the joint commitment of citizens, civil society, municipalities, science, economy, politics and administration and by exchanging knowledge and learning from other regions and actors around the world. The vision also points out that NRW as the most populous federal state demonstrates how sustainable development is possible while keeping and strengthening its economic and industrial structures. By doing so, NRW takes a leading role and contributes to sustainability processes at national, EU and UN level.

## I. Mission statement

The State Government of North Rhine-Westphalia advocates for a successful, equitable and future-oriented development in social, environmental and economic terms and therefore bases its actions on sustainability as a guiding principle. This contributes to the creation of a functioning equilibrium for today's and future generations. As the most populous federal state, we demonstrate how to implement successful change towards sustainable development while maintaining and reinforcing our economic and industrial structures.

NRW preserves and develops the well-being of all people and social prosperity in a healthy and intact environment. Global responsibility for the ecological boundaries of our planet will serve as a framework for action.

All people in NRW enjoy equal opportunities of personal development and a good life. Social cohesion is high. NRW remains an important industrial hub with future-oriented economic structures. Companies are internationally competitive and operate on the basis of social and environmental principles. The environmental quality is improved and ambitious environmental goals are being achieved.

NRW drives its change via an open, democratic and gender equitable process based on sustainable public finances and through the joint commitment of citizens, the civil society, municipalities, science, businesses as well as political and administrative players.

NRW plays an important pioneering role on an international level, contributes in the context of the sustainability efforts of the Federal Government, the European Union as well as the UN, and benefits from a dialogue with regions and other players worldwide.

**Figure 4.** Sustainability Vision of the Federal State of NRW in its Sustainability Strategy NRW [9] (p. 6). The words and sentences marked yellow were taken from the vision developed by the Wuppertal Institute in its research project.

## 5. Lessons Learned from the Vision Development Process

The following section reflects upon the lessons learned from the explorative learning-by-doing approach of the vision development in a science-practice-dialogue. In this section, reflections are carried out from a practical point of view: What can be learned from the vision development process for comparable activities to be carried out in the future? What can be learned from the participatory elements of the vision development process?

### 5.1. Few but Important Sentences Were Taken for the Sustainability Strategy NRW

From the point of view of the authors, it can generally be assessed positively that the federal state of NRW made use of the vision developed by the Wuppertal Institute in a science-practice-dialogue (hereafter referred to as “WI vision”) and used it for its own vision (hereafter referred to as “state vision”). The authors appreciate that most sentences for the state vision were taken from the WI vision—in most cases word-by-word. Furthermore, it can be seen positively that relevant sustainability concepts were taken from the WI vision, such as the concept of the planetary boundaries as guiding framework.

However, the state vision that now precludes the Sustainability Strategy NRW is much shorter (half a page) than the WI vision (four pages plus additional references and final scores). Thus, the state vision lacks a clear and appealing vision of what it is worth striving for. This was also a feedback given by the TEAM Sustainability during the public consultation round for the draft Sustainability Strategy NRW (see Figure 1) [62]. Furthermore, whereas the WI vision is written from the perspective of the year 2030, the state vision does not contain a target year and thus is located in an undefined time horizon. It remains unclear until when the change described in the vision shall be reached.

To summarize, one can say that the WI vision could provide valuable input for the strategy development process of the federal state of NRW. However, due to the short nature of the state vision, there is still potential for improvement. According to the cyclical nature of transition management, the vision



could be revised and further developed in iterative cycles for future progress reports of the Sustainability Strategy NRW. Likewise, additional and more detailed visions could be developed, e.g., by different stakeholders (the youth and municipalities) or for specific fields of action (e.g., mobility and energy).

### 5.2. Length and Level of Detail Matter

The length of the vision was subject to intense and recurring discussion during the dialogue rounds and changed from four pages to two pages and back to four pages. In the end, the longer version was taken because it was considered to be more likely to create appealing images and guide directions. The shorter version was considered to provide too little content and to give too little guidance. However, the TEAM Sustainability also stressed that only the main guideline for sustainable development should be included in the vision and not each and every detail, since the development of a “complete” vision cannot be the target strived for.

Clearly, finding the right length for a vision that addresses such a complex issue as sustainability is a challenging task. The challenge is to find the right balance between drawing a “big picture” of the desired future state without being too detailed and fragmented and providing an appealing and specific basis that future actions can build up on.

The discussion about the right length of the vision also had effects on the structure of the vision. From the beginning, a first section “The Principle” was planned to be put at the beginning of the vision in order to summarize the main guiding principles of sustainable development in NRW. Due to the debate and the different opinions about the right length of the vision, the section “The Principle” gained more importance. The section was extended, for example by a summarizing sentence for each section, so that it now serves as a short version of the entire vision. The subsequent sections then explain more in detail the different sustainability. This approach turned out to be reasonable, because as a result, all sentences of the state vision in the Sustainability Strategy NRW were taken from strong short summary vision (“The Principle”).

However, there is no answer to what is the right length of a vision. One can claim that an overall sustainability vision might provide a starting point for further, more detailed visions to be developed—e.g., by different stakeholder groups or for specific topics of the overall vision. Single topic visions can then be more concrete and imaginative compared to an overall sustainability vision. The strength and responsibility of an overall sustainability vision can be seen in reducing the complexity of the sometimes-blurry concept of sustainable development and in emphasizing the key guiding principles of sustainable development (e.g., the concept of planetary boundaries). Furthermore, they provide the opportunity to be developed in a holistic and systematic approach that implies taking carefully into account the possible interrelations and interdependencies between the different sustainability dimensions. Visions for single topics (e.g., with sectorial approaches for energy and mobility) might run the risk to ignore relevant interdependencies (synergies and trade-offs) between different dimensions of sustainability.

In the end, one can argue that different purposes require different lengths and kinds of visions: A shorter vision might be appropriate in the introductory part of a sustainability strategy, where the vision serves as a basis for the strategy to unfold hereafter. Scientifically driven visions on the other hand can take advantage of their relative freedom of thought and be more detailed.

### 5.3. Finding the Right Words is not Easy

The vision itself consists of a narrative text that describes the vision in a qualitative way (backed up by targets and indicators). Finding the right words for the vision has proven to be a challenge within the project. The aim was to develop a positive picture of NRW that is told from the perspective of the year of 2030. The vision was not supposed to whitewash the situation of NRW in 2030, but to draw a positive picture of it—where not everything is achieved but considerable progress has taken place so that one can say, “This is how we want to live!” (see Section 2).

In the dialogue rounds, phrases that were written too positively were criticized. Thus, the right words for the vision were searched for very cautiously. Expressions such as the following were used for describing that considerable progress that has taken place until 2030, but not all problems are solved yet: NRW “has improved considerably”, “is on the right way to . . .”, “has paved the way for . . .”, and “develops consequently towards . . .”.

#### 5.4. Targets and Indicators—Make it Tangible, Measurable and Manageable

To substantiate the narrative text of the vision, operationalized targets were added to the qualitative text where appropriate. The aim was to include targets and indicators that can be considered key for sustainable development in the given context. In the first draft version of the vision, all operationalized targets were included in the narrative text of the vision. However, stakeholders from the dialogue rounds advocated for keeping the vision free of operationalized targets. Only a few, extremely relevant targets were considered to fit also in the narrative vision text, such as the “two-degree-limit” for climate protection. Thus, the Wuppertal Institute replaced target proposals in the text with qualitative expressions and shifted most operationalized targets to the final scores. This way, a combination was created of a qualitative text and quantitative targets.

The authors argue that despite the criticism that they sometimes received for placing targets into the vision, the approach can be considered suitable for substantiating the narrative vision and also for giving concrete guidance for the future paths and action plans at state level. By including operationalized targets, the rather vague content of the narrative text became measurable and manageable. As Tables 1–3 demonstrate, the state ministry even used some of the proposed targets for their Sustainability Strategy NRW.

Interestingly, the proposed targets were no real matter of discussion in the dialogue rounds. Maybe, this is because the focus was rather on the general question whether indicators should be part of the vision or not. Another explanation could be that most of the target proposals derived from existing political targets (in NRW or elsewhere) or scientific analyses and thus were less questionable. This approach also had a mirror function for the state of NRW: By referring to existing state targets, the vision could demonstrate what NRW (or others) is already doing—thus what can also be used for the NRW Sustainability Strategy.

#### 5.5. Character of the Vision—Different Approaches Make Sense

The narrative vision that was developed can be considered a rather technical vision for the informed public. However, sustainable development involves all societal groups. Thus, it is reasonable to develop different types of visions for different target groups. Not only a text can be a vision, but also a film, a poem, a picture or the story of an individual living a normal day in the future. Visions can address and be developed by different societal groups—e.g., children and adolescents, elderly, immigrants, the disadvantaged. Correspondingly, also in the research project, another, very different type of a vision was developed. In a workshop, youth discussed their future ideas in terms of sustainability. An artist graphic-recorded the results during their discussion [63]. The results are two colorful images with short notes of what the youth was discussing. Certainly, this kind of vision is much less analytical, systematic and scientifically sound. However, it provides a very different, valuable input for the discourse about sustainability. In transition management, the need to develop different visions is also highlighted by referring to the need to develop a “basket of visions” [64].

#### 5.6. The Role of Stakeholder Participation—Extension, Focusing, Approval and Debate

The authors argue that, by applying a participatory approach to the vision development process, the quality and acceptance of the vision could be significantly improved. The participatory approach was the consultation of three different stakeholder groups from both science and practice in three iterative loops. This approach added to the quality of the vision because further aspects were included and the vision became more focused on its essentials. Aspects that were added to the vision were for

example megatrends, refugees, lifelong learning and energy poverty. The vision became more focused for example by discussing the reasonable length of the vision. Furthermore, the proposed targets were separated from the narrative text and shifted to the final scores.

Furthermore, the authors claim that the participatory approach added to the acceptance of the vision. Although the development of the vision was mainly scientifically driven because the draft texts were developed by the Wuppertal Institute, the vision was in parts developed in a collaborative approach that included the co-production of knowledge. Stakeholders were able to add further aspects to the vision and shape the design and structure of the vision. Furthermore, a debate was held among different stakeholders about sustainability that increased their knowledge and awareness of the vision and strategy formulation process in NRW. The stakeholders can bring this knowledge back to their organizations so that certain spillover effects to their institutions can be assumed. Because the full vision is published online, it is also available for further public debates.

## 6. Discussion: The Role of a “4 × 25% Modal Split” Target as Part of a Vision for 2030

As described above, the narrative text of the vision for sustainable development was backed-up with proposed targets and indicators to make the vision tangible, measurable and manageable. The aim was to include targets and indicators that can be considered a key for sustainable development in the given NRW context. Scientists argue that the complex concept of sustainability and its multiple interpretations have “triggered an explosion of indicators” [65] (p. 407). Another work package of the Wuppertal Institute’s research project supports this view: By reviewing 16 sustainability documents from EU, national and federal state level, 342 sustainability indicators were identified. This points at a heterogeneous use of sustainability indicators and the need to identify relevant core indicators [32,66]. Targets and indicators for sustainable development face the specific challenge that they should cover sustainability dimensions and topics as broadly as possible, but at the same time should be limited in number in order to provide guidance and focusing [65].

The role of the vision and the proposed targets and indicators shall be discussed in this section with regard to one example: The proposed “4 × 25% modal split”-target for sustainable passenger mobility. The target means that by 2030, one quarter of all trips shall be made by foot, bike, public transport or motorized private transport (see Table 2). Thus, 75% of all trips shall be made by environmentally friendly modes of transport and only 25% by motorized private transport. In 2008, 58% of all trips in Germany were made by motorized private transport (that mainly consists of car use) and only 9% by public transport, 10% by bike and 24% by foot [67] (p. 45). Thus, according to the proposed 4 × 25% target, a considerable amount of trips with motorized private transport needs to be shifted to the environmentally friendly modes of transport by foot, bike and public transport. In other words: car use needs to be more than halved in a mid-term perspective.

The proposed target can thus be considered to be very ambitious—if not to say radical. Why was this target chosen for representing sustainable mobility and not others, such as the share of electric vehicles in the overall vehicle fleet? The reason is that, when thinking about core indicators for sustainable development, the issue at hand needs to be analyzed systematically by taking all three sustainability dimensions into consideration: What are the trade-offs between sustainability dimensions, and where can co-benefits be achieved?

Reducing car use can be considered a core target for sustainable mobility, because it impacts all dimensions of sustainability: Motorized transport impacts the environment in terms of greenhouse gas emissions [68], energy and resource consumption, air pollution, traffic noise and land consumption. From the social perspective, motorized transport causes traffic casualties and reduces the quality of public space. The negative environmental effects impact the social dimension as well: air pollution and traffic noise are substantial health risks [59–61], climate change is a global risk for humanity [68] and high land usage for cars (driving and parking) reduces spaces available for other purposes, such as comfortable and safe sidewalks, bike lanes and green urban areas. Furthermore, the environmental impacts are distributed extremely unevenly: Households with a low-income, a low level of education,

households affected by old age poverty and often with a migration background are more likely to be impacted—for example, because they can **only afford living along main roads where rents are considerably lower due to heavy traffic and its associated environmental impacts**. Those societal groups are thus more affected by unhealthy noise and air pollution, and a reduced **quality of life**. **Likewise, children are more at risk to be** overseen when crossing streets between parking cars and react **more sensitively to air pollution** [69]. All the aspects mentioned also impact the economic dimension of sustainability: climate change, land consumption and increased illness rates due to air pollution, traffic noise and traffic casualties pose considerable **costs for society (external transport costs)** [70]. Furthermore, a transport system that privileges car users and **neglects the needs of people not owning or being able to use a car (e.g., children, adolescents, elderly, disabled)** cannot be considered a **just transport system**.

The manifold links of mobility with other sustainability aspects can also be seen when looking at the vision. Nine out of the 12 operationalized targets in the vision are directly or indirectly related to transport (see Tables 2 and 3): material footprint, final energy demand, renewable energy production, modal split, people killed in traffic, greenhouse gas emissions, land consumption, air pollution and noise.

Thus, shifting car trips to environmentally more friendly modes of transport can be considered a key target for developing a sustainable transport system. The modal split indicator represents this task. The indicator was operationalized with the ambitious target of a  $4 \times 25\%$  modal split by the year of 2030. The proposed target was developed based on:

- The **normative perspective** of sustainable mobility that calls for an **ambitious shift** of car use to environmentally friendly modes of transport with the **rule of thumb to halve car use in a mid-term perspective**.
- The **easy-to-communicate** character of a “four quarters” mobility.
- **Existing targets** in NRW: the City of **Essen**, located in the Ruhr region, has set the  $4 \times 25\%$  modal split target (until 2035) in its successful application for being awarded “European Green Capital 2017” by the European Commission [54]. Furthermore, the Ruhr region has set the  $4 \times 25\%$  modal split as a vision for sustainable transport (without target year) [55]. Interestingly, the  $4 \times 25\%$  target in Essen and the Ruhr region came into discussion in 2012/2013, when initially the Ruhr region wanted to apply for the award “European Green Capital”. The writing of the Ruhr region application was headed by the Wuppertal Institute that developed a  $4 \times 25\%$  modal split target for the year 2035 in dialogue with stakeholders from the Ruhr region [71] (p. 19). From that origin, the target proposal found its way into official documents of the City of Essen and the Ruhr region.

The formulation of a  $4 \times 25\%$  modal split target by 2030 raises the question of how the target can be reached—especially against the background that the transport sector is characterized by only slow or no dynamics of change towards sustainability. The focus of transport policy often lies on technical improvements rather than on reducing car use. However, sole technological solutions for transport cannot be considered sustainable, as problems such as risk of accidents, land consumption and reduced quality of public space are not solved by technical improvements. Bertolini and Clercq (2003) argue that the fundamental dilemma in attempts to make people use their car less is “the inability of alternatives to match the quality of accessibility provided by private motorized transport” [72] (p. 575). This would mean that “bringing about more sustainable urban mobility patterns is only possible at economic, social, and political costs that are unacceptable in most societies” [ibid.] (p. 575). Thus, in order to achieve a significant shift of car use, the so described “costs” of sustainable mobility patterns need to be reduced. This requires coordinated actions at different political levels and the implementation of both push- und pull measures. Pull measures make sustainable transport modes more attractive, for example by improving cycling and walking paths, extending public transport services and reducing public transport fares. Push measures are restrictive measures against car use, for example traffic calming, increasing parking fees or the introduction of a congestion charge.



There are examples from the real world that demonstrate that change is possible. A good example is the **City of Vienna**, where the modal split share of cars could be significantly reduced from **40% in 1993 to 27% in 2015** [73,74]. Important success factors were the expansion of the metro network and parking management [75] (p. 10). Furthermore, the City of Vienna has introduced a reduced public transport ticket for 365 Euro per year—that equals the costs of one Euro per day [76]. Another example is the City of Copenhagen that has reduced car use from 36% in 2007 to 33% in 2014 and follows an ambitious cycling policy. The share of cycling could be increased from 26% in 2007 to 30% in 2014 [77,78]. The City of Berlin actively promotes walking with an own walking strategy [79]. The share of walking could be increased from 25% in 1998 and 29% in 2008 to 31% in 2013. Car use could be decreased from 38% in 1998 to 32% in 2008 and 30% in 2013 [80,81].

Such “relatively successful” [82] real-world examples from European cities—that even are capital cities—demonstrate that ambitious change is possible. As alluring good practice examples, they can help to “unite the brain and the heart” for decision making [83]: knowing what change is necessary, these good practice examples demonstrate what is possible and motivate by showing the advantages that can be achieved. As such, these good practice examples provide valuable knowledge that other cities can learn from and serve as “magnifiers”. Magnifiers, as defined by Hüger et al. 2015 [84], refer to the need to substantiate visions—with operationalized targets and concrete practical approaches that examine vision for their viability.

To conclude, one can say that a  $4 \times 25\%$  target at state level can serve as a valuable starting point for developing strategies, carrying out experiments and implementing measures. Furthermore, a modal split target at state level can send a strong signal to the large parts of urban areas in NRW as the modal shift strategy is a classical field of action for municipalities [85]. This way, a modal shift target can be a meaningful element for the vertical integration of the state sustainability strategy towards the subordinated level of municipalities—if it is accompanied by strengthening interactions and networks between the federal state and the local level and if political support is provided by the federal state for reaching the specific target also at local level.

As a result, the current Sustainability Strategy NRW does indeed contain a modal split target—for local mobility in inner city areas: In inner city areas, local mobility (which includes walking, cycling and using a pedelec) shall reach a 60% modal share of all trips by the year of 2030 [9] (p. 37). This target derives from the target set by the AGFS NRW (Arbeitsgemeinschaft fußgänger- und fahrradfreundlicher Städte, Gemeinden und Kreise in NRW)—a network of NRW municipalities that promotes bicycle and walking-friendly infrastructures as part of their mobility strategies [86] (p. 13). The NRW Ministry for Economic Affairs, Energy, Building, Housing and Transport had adopted the target in its action plan for local mobility from 2012 [87]. Thus, not the exact target proposed by the Wuppertal Institute was taken for the Sustainability Strategy NRW—but the proposed target might have strongly supported the overall consideration to include an ambitious modal split target in the strategy. Thus, important impulses could be given for the targets and indicators that were included in the Sustainability Strategy NRW.

## 7. Reflections

### 7.1. What Can Be Learned in Terms of Transition Management?

In recent years, the transition management approach has been widely discussed regarding its relevance for practical transition processes for different topics, policy levels, stakeholders and geographical scales [3,88]. In this project, some elements of the transition management cycle were also addressed: the fields of vision and target development (see Figure 5).

In this case study, the Federal State of NRW can be seen as the transition manager for the process for developing a sustainability strategy at state level. The Wuppertal Institute was one of the stakeholders that participated in the process and brought in its scientific knowledge for facilitating learning processes for the strategy development process. The vision was developed in a participatory

and iterative approach between science and practice to enable mutual learning and the co-production of robust and solution-oriented knowledge for policy support.

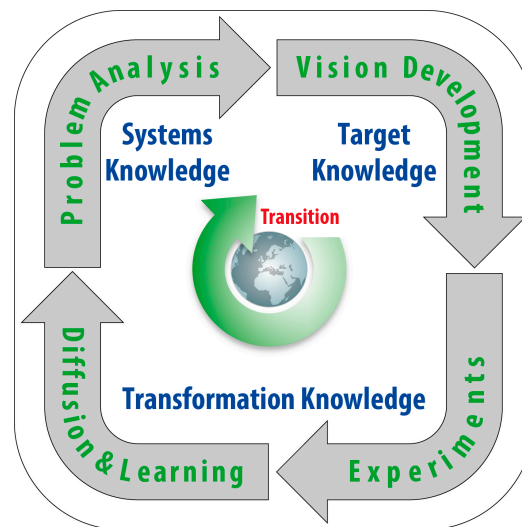


Figure 5. Transition Cycle; Source: Wuppertal Institute.

According to Loorbach and Lindt, envisioning processes can be very labor-intensive and time-consuming [3]. This has also been experienced in this project, as the authors had to considerably re-write the vision during the three iterative dialogue rounds. However, the work can be considered worth the effort: 65% of the state vision that flanks the Sustainability Strategy NRW today are words and sentences directly taken from the vision developed within the research project. Of course, it would have been desirable if even longer parts of the vision had been used for the Sustainability Strategy NRW (the parts taken account for only 7% of the vision). On the other hand, one can say that the short state vision now serves as a kind of “abstract” that sets the course for the Sustainability Strategy NRW at the beginning of the strategy. After the vision, the Sustainability Strategy becomes more concrete by enfolded its different fields of action and operationalized targets and indicators. Some of the targets and indicators used in the Sustainability Strategy are similar or the same as proposed in the vision developed in the research project.

### 7.2. How Next? Reflections about the Further Implementation of the Sustainability Strategy NRW

Since the vision development process in 2015, two major events have taken place:

1. The Sustainability Strategy NRW was adopted in July 2016 and is now in the implementation process.
2. The federal state elections in NRW in May 2017 have led to a change of government: The “red-green” coalition of the Social Democratic Party and the Green Party were voted out and a conservative-liberal “black-yellow” coalition of the Christian Democratic Union and the Free Democratic Party is most likely to become the next governing coalition.

Against this background, it is difficult to anticipate the further implementation of the Sustainability Strategy NRW and the role of the vision for the implementation process. Certainly, it is still too early to assess or quantify the impacts of the Sustainability Strategy NRW and of the vision. There are several risks and barriers that can hinder the implementation of the sustainability strategy, for example when the strategy remains a “paper tiger” that is not equipped with sufficient budgets and action plans and that does not find its way to the relevant stakeholders to create a broad impact.

Thus, the further implementation process of the Sustainability Strategy should, after a reasonable period of time, be systematically evaluated. The assessment process can be aligned to the good governance criteria of sustainable development:

- Are the targets, indicators and contents of the sustainability strategy adequate and compatible with the sustainability strategies at other political levels?
- Are targets and action programs equipped with the necessary budgets?
- Are the strategy, targets and indicators regularly updated, refined and monitored?
- Is there sufficient horizontal integration of the relevant resorts and fields of action?
- Is there sufficient vertical integration to the super- and subordinated policy levels?
- Is there sufficient stakeholder participation? Are the relevant stakeholders reached?
- How effective are communication activities?

Possible evaluation tools for evaluation are for example document analysis, deviation analysis, budget shift analysis, participatory observations, expert interviews and third-party opinions from external reviewers.

## 8. Conclusions

The research project presented here demonstrates how transformative research as a science “which goes beyond observing and analyzing societal transformations, but rather takes an active role in initiating and catalyzing change processes” [89] (p. 2) can contribute valuable inputs for transition processes towards sustainability—by using a systematic, trans- and interdisciplinary approach and by involving stakeholders for participatory vision development. The quality and acceptance of the vision developed increased. The approach of developing a narrative text vision that is backed-up by targets and indicators proved to be a fruitful approach, as both parts of the narrative vision and target proposals were used by the Federal State of North Rhine-Westphalia for its Sustainability Strategy. The research project demonstrates how transformative science can have societal impact and provides valuable knowledge on how to perform similar vision development processes elsewhere.

**Acknowledgments:** The authors would like to thank the Ministry for Climate Protection, Environment, Agriculture, Nature and Consumer Protection of the State of North Rhine-Westphalia (MKULNV NRW) for funding the scientific project and the Wuppertal Institute for funding the open access financing. The authors would like to thank the co-authors of the vision text and members of the project team: Holger Berg, Alexandra Büttgen, Manfred Fishedick, Dorothea Schostok, Mona Treude, and Maria J. Welfens. Furthermore, the authors would like to thank the experts and stakeholders who participated in the dialogue rounds of the vision development process and the reviewers who gave helpful suggestions.

**Author Contributions:** Both authors made significant contributions to the vision development process. Oscar Reutter was the project manager and lead-author of the vision. Miriam Müller was a project member and co-author. Miriam Müller wrote the paper. Oscar Reutter commented on the structure and content of a draft and the revised version of the paper.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

## References

1. Van de Kerkhof, M.; Wieczorek, A. Learning and stakeholder participation in transition processes towards sustainability: Methodological considerations. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* **2005**, *72*, 733–747. [CrossRef]
2. Kemp, R.; Loorbach, D.; Rotmans, J. Transition management as a model for managing processes of co-evolution towards sustainable development. *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.* **2007**, *14*, 1–15. [CrossRef]
3. Loorbach, D.; Van de Lindt, M. From theory to practice of transition management—The case of Sustainable Living and Housing in Flanders. In Proceedings of the 14th International Conference on Multi-Organizational Partnerships, Alliances and Networks (MOPAN), Leuven, The Netherlands, 28–29 June 2007. Available online: [https://repub.eur.nl/pub/34982/Metis\\_125565.pdf](https://repub.eur.nl/pub/34982/Metis_125565.pdf) (accessed on 20 April 2017).

4. United Nations. Johannesburg Declaration on Sustainable Development. In Proceedings of the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg, South Africa, 26 August–4 September 2002. Available online: <http://www.un-documents.net/jburgdec.htm> (accessed on 18 April 2017).
5. United Nations. Agenda 21. In Proceedings of the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED, Earth Summit), Rio de Janeiro, Brasil, 3–14 June 1992. Available online: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf> (accessed on 18 April 2017).
6. United Nations. Resolution Adopted by the General Assembly on 25 September 2015. In *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*; United Nations Sustainable Development Summit 2015: New York, USA, 2015. Available online: [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E) (accessed on 20 April 2017).
7. Die Bundesregierung. Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie—Neuaufgabe. 2016. Available online: [https://www.bundesregierung.de/Content/DE/\\_Anlagen/Nachhaltigkeit-wiederhergestellt/2017-01-11-nachhaltigkeitsstrategie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=15](https://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/Nachhaltigkeit-wiederhergestellt/2017-01-11-nachhaltigkeitsstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=15) (accessed on 18 April 2017).
8. Kerkow, U. *Ländersache Nachhaltigkeit*; Global Policy Forum: Bonn, Germany, 2016.
9. Ministry for Climate Protection, Environment, Agriculture, Nature and Consumer Protection of the State of North Rhine-Westphalia. *Sustainability Strategy for North Rhine-Westphalia*; Ministry for Climate Protection, Environment, Agriculture, Nature and Consumer Protection of the State of North Rhine-Westphalia: Düsseldorf, Germany, 2016. Available online: [https://www.nachhaltigkeit.nrw.de/fileadmin/download/sustainability\\_strategy\\_for\\_north\\_rhine-westphalia.pdf](https://www.nachhaltigkeit.nrw.de/fileadmin/download/sustainability_strategy_for_north_rhine-westphalia.pdf) (accessed on 10 April 2017).
10. Conceptual Analyses and Considerations on Designing a Sustainability Strategy NRW from the Science Perspective. Available online: <https://wupperinst.org/en/p/wi/p/s/pd/469/> (accessed on 19 April 2017).
11. Reutter, O.; Berg, H.; Büttgen, A.; Fishedick, M.; Müller, M.; Treude, M.; Welfens, M.J. *Nachhaltiges Nordrhein-Westfalen 2030—Das Leitbild*; Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy: Wuppertal, Germany, 2015. Available online: [https://wupperinst.org/uploads/tx\\_wupperinst/NHS\\_NRW\\_AP8-1\\_Leitbild.pdf](https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/NHS_NRW_AP8-1_Leitbild.pdf) (accessed on 20 April 2017).
12. Reutter, O.; Berg, H.; Büttgen, A.; Fishedick, M.; Müller, M.; Treude, M.; Welfens, M.J. *Sustainable North Rhine-Westphalia—The Vision*; Published in English Translation in June 2017; Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy: Wuppertal, Germany, 2015. Available online: [https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/NHS\\_NRW\\_AP8-1\\_Vision.pdf](https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/NHS_NRW_AP8-1_Vision.pdf) (accessed on 8 June 2017).
13. Loorbach, D.A. Transition Management—New Mode of Governance for Sustainable Development. Ph.D. Thesis, Erasmus Universiteit Rotterdam, Rotterdam, The Netherlands, 2007. Available online: <https://repub.eur.nl/pub/10200/proefschrift.pdf> (accessed on 21 April 2017).
14. ESDN—European Sustainable Development Network, Basics of SD Strategies. Available online: <http://www.sd-network.eu/?k=basics%20of%20SD%20strategies> (accessed on 18 April 2017).
15. Müller, M.; Reutter, O.; Fishedick, M.; Treude, M.; Schostok, D. Vision development towards a sustainable North Rhine-Westphalia 2030 in a science-practice-dialogue. In *Approach, Results and Lessons Learnt from the Sustainable Strategy Formulation Process in the Federal State of North Rhine-Westphalia*; Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy: Wuppertal, Germany, 2016.
16. World Commission on Environment and Development (WCED). *Our Common Future (Brundtland Report)*; Oxford University Press: Oxford, UK, 1987. Available online: <http://www.un-documents.net/ocf-02.htm> (accessed on 18 April 2017).
17. United Nations. The Rio Declaration on Environment and Development. In Proceedings of the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED, Earth Summit), Rio de Janeiro, Brasil; 1992. Available online: [http://www.unesco.org/education/pdf/RIO\\_E.PDF](http://www.unesco.org/education/pdf/RIO_E.PDF) (accessed on 18 April 2017).
18. Dalal-Clayton, B.; Bass, S. *Sustainable Development Strategies—A Resource Book*; OECD, UNDP, Earthscan Publications Ltd.: London, UK; Sterling, VA, USA, 2002. Available online: [http://www.sd-network.eu/pdf/resources/Dalal-Clayton,%20Bass%20\(2002\)%20-%20Sustainable%20Development%20Strategies%20-%20A%20Resource%20Book.pdf](http://www.sd-network.eu/pdf/resources/Dalal-Clayton,%20Bass%20(2002)%20-%20Sustainable%20Development%20Strategies%20-%20A%20Resource%20Book.pdf) (accessed on 19 April 2017).
19. United Nations Department of Economic and Social Affairs. *Guidance in Preparing a National Sustainable Development Strategy: Managing Sustainable Development in the New Millennium*; Background Paper No. 13; International Forum on National Sustainable Development Strategies: Accra, Ghana, 2001. Available online: [http://www.un.org/esa/sustdev/publications/nsds\\_guidance.pdf](http://www.un.org/esa/sustdev/publications/nsds_guidance.pdf) (accessed on 19 April 2017).

20. United Nations. *Programme for the Further Implementation of Agenda 21*; United Nations General Assembly (UNGASS): New York, NY, USA, 1997. Available online: <http://www.un.org/documents/ga/res/spec/aress19-2.htm> (accessed on 18 April 2017).
21. LAG 21 NRW: Portal Nachhaltigkeit—Länder. Available online: <http://www.lag21.de/portal-nachhaltigkeit/laender/> (accessed on 18 April 2017).
22. Energiestatistik-nrw.de: Strom. Available online: <http://www.energiestatistik-nrw.de/energie/strom> (accessed on 30 April 2017).
23. Energiestatistik-nrw.de: Verbrauch. Available online: <http://www.energiestatistik-nrw.de/energie/verbrauch> (accessed on 30 April 2017).
24. LANUV NRW—Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. *Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen 2012*; LANUV-Fachbericht 56: Recklinghausen, Germany, 2014. Available online: [https://www.lanuv.nrw.de/uploads/tx\\_commercedownloads/30056.pdf](https://www.lanuv.nrw.de/uploads/tx_commercedownloads/30056.pdf) (accessed on 30 April 2017).
25. NRW SPD; Bündnis 90/Die Grünen NRW. Koalitionsvertrag 2012–2017. Available online: [https://gruene-nrw.de/dateien/Koalitionsvertrag\\_2012--2017.pdf](https://gruene-nrw.de/dateien/Koalitionsvertrag_2012--2017.pdf) (accessed on 19 April 2017).
26. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Der Minister. *Eckpunkte einer Nachhaltigkeitsstrategie für Nordrhein-Westfalen*; Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: Düsseldorf, Germany, 2013. Available online: [https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/131112\\_eckpunkte\\_nachhaltigkeitsstrategie\\_nrw.pdf](https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/131112_eckpunkte_nachhaltigkeitsstrategie_nrw.pdf) (accessed on 19 April 2017).
27. Bertelsmann Stiftung. *Developing Successful Sustainability Strategies—Fundamentals, Analyses, Design Options*. Available online: <https://www.bertelsmann-stiftung.de/en/publications/publication/did/developing-successful-sustainability-strategies-2/> (accessed on 19 April 2017).
28. LAG 21 NRW—Netzwerk Nachhaltigkeit NRW. Available online: <http://www.lag21.de/projekte/details/netzwerk-nachhaltigkeit/> (accessed on 19 April 2017).
29. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. *Nachhaltigkeitsindikatoren Nordrhein-Westfalen—Bericht 2016*; Die Landesregierung Nordrhein-Westfalen: Düsseldorf, Germany, 2016. Available online: [https://www.nachhaltigkeit.nrw.de/fileadmin/download/nachhaltigkeits-indikatorenbericht\\_2016.pdf](https://www.nachhaltigkeit.nrw.de/fileadmin/download/nachhaltigkeits-indikatorenbericht_2016.pdf) (accessed on 19 April 2017).
30. Müller, M.; Schostok, D.; Treude, M. *Bestandsaufnahme der Nachhaltigkeitsaktivitäten des Landes Nordrhein-Westfalen*; Wuppertal Institut: Wuppertal, Germany, 2015. Available online: [https://wupperinst.org/uploads/tx\\_wupperinst/NHS\\_NRW\\_AP2\\_Nachhaltigkeitsaktivitaeten.pdf](https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/NHS_NRW_AP2_Nachhaltigkeitsaktivitaeten.pdf) (accessed on 30 April 2017).
31. Esken, A.; Müller, M.; Schostok, D.; Treude, M. *Systematische Analyse Ausgewählter Handlungsfelder und Identifikation Konkreter Handlungsansätze—Strategieelemente*; Wuppertal Institut: Wuppertal, Germany, 2015. Available online: [https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/NHS\\_NRW\\_AP4-1\\_Strategieelemente.pdf](https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/NHS_NRW_AP4-1_Strategieelemente.pdf) (accessed on 30 April 2017).
32. Schostok, D. *Nachhaltigkeitsindikatoren auf EU, Bundes- und Länderebene—eine Übersicht*; Wuppertal Institut: Wuppertal, Germany, 2015. Available online: [https://wupperinst.org/uploads/tx\\_wupperinst/NHS\\_NRW\\_AP5-1\\_Nachhaltigkeitsindikatoren.pdf](https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/NHS_NRW_AP5-1_Nachhaltigkeitsindikatoren.pdf) (accessed on 30 April 2017).
33. Shipley, R. *Visioning in Strategic Planning: Theory, Practice and Evaluation*. Ph.D. Thesis, University of Waterloo, Waterloo, ON, Canada, 1997. Available online: [https://www.google.de/url?sa=t&rcrt=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiF8dvS-7LTAhWBbxQKHYYQBCU0QFgg0MAE&url=https%3A%2F%2Fuwaterloo.ca%2Fbitstream%2Fhandle%2F10012%2F194%2Fng22238.pdf%3Fsequence%3D1&usg=AFQjCNEUPK7A-IJuZG7w3EqiZIZxSVXrVw&sig2=S9ON3rMauc3MANq9cg-z\\_A](https://www.google.de/url?sa=t&rcrt=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiF8dvS-7LTAhWBbxQKHYYQBCU0QFgg0MAE&url=https%3A%2F%2Fuwaterloo.ca%2Fbitstream%2Fhandle%2F10012%2F194%2Fng22238.pdf%3Fsequence%3D1&usg=AFQjCNEUPK7A-IJuZG7w3EqiZIZxSVXrVw&sig2=S9ON3rMauc3MANq9cg-z_A) (accessed on 20 April 2017).
34. Wiek, A.; Iwaniec, D. Quality criteria for visions and visioning in sustainable science. *Sustain. Sci.* **2014**, *9*, 497–512. [CrossRef]
35. Raskin, P.; Banuri, T.; Gallopín, G.; Gutman, P.; Hammond, A.; Kates, R.; Swart, R. *Great Transition—The Promise and Lure of the Times Ahead*; Stockholm Environment Institute, Tellus Institute: Boston, MA, USA, 2002. Available online: [http://greattransition.org/documents/Great\\_Transition.pdf](http://greattransition.org/documents/Great_Transition.pdf) (accessed on 20 April 2017).



36. Duurzame Ontwikkeling. ‘Samen Grenzen Ver-Leggen’ (Pushing Back Frontiers Together)—Flemish Strategy for Sustainable Development: Vision 2050. Available online: [http://www.sd-network.eu/pdf/country\\_profiles/BE\\_Vision%202050%20Sustainable%20Development%20Strategy%20Flanders.pdf](http://www.sd-network.eu/pdf/country_profiles/BE_Vision%202050%20Sustainable%20Development%20Strategy%20Flanders.pdf) (accessed on 20 April 2017).
37. World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Vision 2050—The New Agenda for Business. 2010. Available online: [http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiSz4OugbPTAhWI8RQKHWHiCD4QFggsMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.wbcsd.org%2Fcontentwbc%2Fdownload%2F1746%2F21728&usq=AFQjCNHhb85SvT3i94iQv1sc2bij9VKrA&sig2=V2atVIZ3ZnJbn7H\\_SwEaNQ](http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiSz4OugbPTAhWI8RQKHWHiCD4QFggsMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.wbcsd.org%2Fcontentwbc%2Fdownload%2F1746%2F21728&usq=AFQjCNHhb85SvT3i94iQv1sc2bij9VKrA&sig2=V2atVIZ3ZnJbn7H_SwEaNQ) (accessed on 20 April 2017).
38. O’Brien, M.; Hartwig, F.; Schanes, K.; Kammerlander, M.; Omann, I.; Wilts, H.; Bleischwitz, R.; Jäger, J. Living within the safe operating space: A vision for a resource efficient Europe. *Eur. J. Futures Res.* **2014**, *2*, 1–11. Available online: <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs40309-014-0048-3.pdf> (accessed on 11 April 2017). [CrossRef]
39. Borbonus, S.; Geibler, J.V.; Luhmann, J.; Scheck, H.; Schostok, D.; Winterfeld, U.V. Nachhaltigkeitsstrategien in Deutschland und auf EU-Ebene. In *Nachhaltigkeitsstrategien Erfolgreich Entwickeln*; Henrik, R., Ed.; Bertelsmann Stiftung: Gütersloh, Germany, 2014; pp. 21–299. Available online: [https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie\\_Nachhaltigkeitsstrategien\\_erfolgreich\\_entwickeln-de\\_NW.pdf](https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_Nachhaltigkeitsstrategien_erfolgreich_entwickeln-de_NW.pdf) (accessed on 19 April 2017).
40. Voß, J.-P.; Smith, A.; Grin, J. Designing long-term policy: Rethink transition management. *Policy Sci.* **2009**, *42*, 275–302. [CrossRef]
41. Rotmans, J.; Kemp, R.; van Asselt, M. More evolution than revolution: Transition management in public policy. *Foresight* **2001**, *3*, 15–31. [CrossRef]
42. Rotmans, J.; Loorbach, D. Towards a better understanding of transitions and their governance: A systemic and reflexive approach. In *Transitions to Sustainable Development. New Directions in the Study of Long Term Transformative Change*; Grin, J., Rotmans, J., Schot, J., Eds.; Routledge: New York, NY, USA, 2010; pp. 105–220.
43. Wittmayer, J.M.; Schöpke, N. Action, research and participation: Roles of researchers in sustainability transitions. *Sustain. Sci.* **2014**, *9*, 483–496. [CrossRef]
44. Bierwirth, A.; Augenstein, K.; Baur, S.; Bettin, J.; Buhl, J.; Friege, J.; Holtz, G.; Jensen, T.; Kaselofsky, J.; Liedke, C.; et al. *Knowledge as Transformative Energy*; Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy: Wuppertal, Germany, 2017. Available online: [https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwiQhb7QiK7UAhVC2RoKHRjABwQFgg5MAI&url=https%3A%2F%2Fpub.wupperinst.org%2Ffiles%2F6658%2F6658\\_Knowledge.pdf&usq=AFQjCNHQfM91d1Mxmiel98uSBewVqcCOCg&sig2=6LYX7tEHU8kAKaFOa6LZA](https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwiQhb7QiK7UAhVC2RoKHRjABwQFgg5MAI&url=https%3A%2F%2Fpub.wupperinst.org%2Ffiles%2F6658%2F6658_Knowledge.pdf&usq=AFQjCNHQfM91d1Mxmiel98uSBewVqcCOCg&sig2=6LYX7tEHU8kAKaFOa6LZA) (accessed on 8 June 2017).
45. Cornell, S.; Berkhout, F.; Tuinstra, W.; Tabara, J.D.; Jäger, J.; Chabay, I.; de Wit, B.; Langlais, R.; Mills, D.; Moll, P.; et al. Opening up knowledge systems for better responses to global environmental change. *Environ. Sci. Policy* **2013**, *28*, 60–70. Available online: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2012.11.008> (accessed on 8 June 2017). [CrossRef]
46. Mauser, W.; Klepper, G.; Rice, M.; Schmalzbauer, B.S.; Hackmann, H.; Leemans, R.; Moore, H. Transdisciplinary global change research: The co-creation of knowledge for sustainability. *Environ. Sustain.* **2013**, *5*, 420–431. Available online: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.07.001> (accessed on 8 June 2017). [CrossRef]
47. Breil, M. Visions for post-carbon cities. In *Realising Long-Term Transitions Towards Low Carbon Societies: Impulses from the 8th Annual Meeting of the International Research Network for Low Carbon Societies*; Wuppertal Spezial; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie: Wuppertal, Germany, 2017; Volume 53, pp. 56–60. Available online: <https://epub.wupperinst.org/files/6636/WS53.pdf> (accessed on 7 June 2017).
48. Engel, B. Make no little plans—Oder: Leitbilder in der Stadtplanung. *PlanerIn* **2015**, *15*, 5–7.
49. Doran, G.T. There’s a S.M.A.R.T. way to write management’s goals and objectives. *AMA Forum* **1981**, *70*, 35–36. Available online: <http://community.mis.temple.edu/mis0855002fall2015/files/2015/10/S.M.A.R.T-Way-Management-Review.pdf> (accessed on 30 April 2017).
50. Lettenmeier, M.; Liedke, C.; Rohn, H. Eight Tons of Material Footprint—Suggestion for a Resource Cap for Household Consumption in Finland. *Resources* **2014**, *3*, 488–515. Available online: <http://www.mdpi.com/2079-9276/3/3/488/htm> (accessed on 24 April 2017). [CrossRef]

51. Fishedick, M.; Zeiss, C.; Schneider, C. *Ausweisung von Effizienz- und Energieeinsparzielen aus den Szenarien des Klimaschutzplans*; Working Paper; Version of 23 January 2015; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie: Wuppertal, Germany, 2015. Available online: <https://www.landtag.nrw.de/Dokumentenservice/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMV16-2763.pdf;jsessionid=9506BAFFBBC57098D3BDB0FB6BE86436.ifxworker> (accessed on 24 April 2017).
52. Fishedick, M.; Zeiss, C.; Barthel, C.; Best, B.; Espert, V.; Hanke, T.; Hillebrand, P.; Höller, S.; Jansen, U.; Lechtenböhmer, S.; et al. *Zusammenfassung der Szenarioberechnungen des Beteiligungsprozesses*; Version of 1 December 2014; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie: Wuppertal, Germany, 2014.
53. City of Essen. Section 02: Local transport. In *Application for the Title of European Green Capital 2017*; City of Essen: Essen, Germany, 2014. Available online: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2015/06/02\\_Application-EGC-2017\\_Local-Transport\\_ESSEN.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2015/06/02_Application-EGC-2017_Local-Transport_ESSEN.pdf) (accessed on 24 April 2017).
54. Regionalverband Ruhr. *Perspektiven Für Die Räumliche Entwicklung Der Metropole Ruhr*; Regionalverband Ruhr: Essen, Germany, 2014. Available online: [http://www.metropoleruhr.de/fileadmin/user\\_upload/metropoleruhr.de/01\\_PDFs/Regionalverband/Regionaler\\_Diskurs/RF\\_Zukunft\\_Perspekt/2014\\_05\\_14\\_Perspektiven.pdf](http://www.metropoleruhr.de/fileadmin/user_upload/metropoleruhr.de/01_PDFs/Regionalverband/Regionaler_Diskurs/RF_Zukunft_Perspekt/2014_05_14_Perspektiven.pdf) (accessed on 24 April 2017).
55. Ministry of Construction and Transport North Rhine-Westphalia (MBV NRW). *Verkehrssicherheit in NRW*. In *Das Verkehrssicherheitsprogramm*; MBV NRW: Düsseldorf, Germany, 2004.
56. Landtag Nordrhein-Westfalen. *Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes in Nordrhein-Westfalen*; Landtag Nordrhein-Westfalen: Düsseldorf, Germany, 2013. Available online: <https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMG16-29.pdf?von=1&bis=0> (accessed on 24 April 2017).
57. City of Essen. Section 05: Air quality. In *Application for the Title of European Green Capital 2017*; City of Essen: Essen, Germany, 2014. Available online: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2015/06/05\\_Application-EGC-2017\\_Air-Quality\\_ESSEN.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2015/06/05_Application-EGC-2017_Air-Quality_ESSEN.pdf) (accessed on 24 April 2017).
58. WHO—World Health Organization. *WHO Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide. Global Update 2005*; WHO Regional Office for Europe: Copenhagen, Denmark, 2006. Available online: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/78638/E90038.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf) (accessed on 24 April 2017).
59. WHO—World Health Organization. *Guidelines for Community Noise*; Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D.H., Eds.; WHO: Geneva, Switzerland, 1999. Available online: [http://www.google.pt/url?sa=t&rc=tj&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwi\\_5fCf467MAhVGXB4KHXISAjsQFggrMAE&url=http%3A%2F%2Fwhqlibdoc.who.int%2Fhq%2F1999%2Fa68672.pdf&usq=AFQjCNHq0SRjmXAXPKGPvQC88NtlGaJJBQ](http://www.google.pt/url?sa=t&rc=tj&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwi_5fCf467MAhVGXB4KHXISAjsQFggrMAE&url=http%3A%2F%2Fwhqlibdoc.who.int%2Fhq%2F1999%2Fa68672.pdf&usq=AFQjCNHq0SRjmXAXPKGPvQC88NtlGaJJBQ) (accessed on 24 April 2017).
60. WHO—World Health Organization. *Night Noise Guidelines for Europe*; WHO Regional Office for Europe: Copenhagen, Denmark, 2009. Available online: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0017/43316/E92845.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf) (accessed on 24 April 2017).
61. Rockström, J.; Steffen, W.; Noone, K.; Persson, Å.; Chapin, S.F., III; Lambin, E.F.; Lenton, T.M.; Scheffer, M.; Folke, C.; Schellnhuber, H.J.; et al. A safe operating space for humanity. *Nature* **2009**, *461*, 472–475. [CrossRef] [PubMed]
62. Fishedick, M.; Reutter, O. *Stellungnahme Des TEAM Nachhaltigkeit Zum Entwurf Der Landesnachhaltigkeitsstrategie Für Nordrhein-Westfalen, September 2015*; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie: Wuppertal, Germany, 2015. Available online: [https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/NHS\\_NRW\\_AP9\\_Stellungnahme\\_TEAM.pdf](https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/NHS_NRW_AP9_Stellungnahme_TEAM.pdf) (accessed on 25 April 2017).
63. Treude, M.; Schostok, D.; Reutter, O.; Fishedick, M. The future of North Rhine-Westphalia—Participation of the youth as part of a social transformation towards sustainable development. *Sustainability* **2017**, submitted.
64. Kemp, R.; Rotmans, J. Managing the transition to sustainable mobility. In *System Innovation and the Transition to Sustainability*; Elzen, B., Geels, F.W., Green, K., Eds.; Edward Elgar Publishing Ltd.: Cheltenham, UK, 2004; pp. 137–167.
65. Tanguay, G.A.; Rajaonson, J.; Lefebvre, J.-F.; Lanoie, P. Measuring the sustainability of cities: An analysis of the use of local indicators. *Ecol. Indic.* **2009**, *10*, 407–418. [CrossRef]
66. Schostok, D.; Reutter, O.; Fishedick, M. Review of sustainability indicators at the level of the European Union and the national and regional level of the Federal Republic of Germany. *Sustainability* **2017**, submitted.

67. Follmer, R.; Gruschwitz, D.; Jesske, B.; Quandt, S.; Lenz, B.; Nobis, C.; Köhler, K.; Mehlin, M. *Mobilität in Deutschland 2008—Ergebnisbericht*; Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (infas): Bonn, Germany; DLR—Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR): Berlin, Germany, 2010. Available online: [http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2008\\_Abschlussbericht\\_I.pdf](http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2008_Abschlussbericht_I.pdf) (accessed on 28 April 2017).
68. Sims, R.; Schaeffer, R.; Creutzig, F.; Cruz-Núñez, X.; D’Agosto, M.; Dimitriu, D.; Figueroa Meza, M.J.; Fulton, L.; Kobayashi, S.; Lah, O.; et al. 2014: Transport. In *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*; Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., Seyboth, K., Adler, A., Baum, I., Brunner, S., Eickemeier, P., et al., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, UK; New York, NY, USA, 2014; pp. 599–670. Available online: [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_chapter8.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_chapter8.pdf) (accessed on 28 April 2017).
69. Kuna-Dibbert, B.; Krzyzanowski, M.; Schneider, J. *Effects of Air Pollution on Children’s Health and Development—A Review of the Evidence*; World Health Organization (WHO), Special Programme on Health and Environment, European Centre for Environment and Health: Bonn, Germany, 2005. Available online: [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0010/74728/E86575.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0010/74728/E86575.pdf) (accessed on 28 April 2017).
70. Korzhenevych, A.; Dehnen, N.; Bröcker, J.; Holtkamp, M.; Meier, H.; Gibson, G.; Varma, A.; Cox, V. *Update of the Handbook on External Costs of Transport*; Report for the European Commission, DG MOVE; Ricardo-AEA: London, UK, 2014. Available online: <http://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/sustainable/studies/doc/2014-handbook-external-costs-transport.pdf> (accessed on 28 April 2017).
71. Reutter, O.; Berlo, K.; Bierwirth, A.; Böhler-Baedeker, S.; Brinkmann, C.; Fekkak, M.; Friedrichowitz, C.; Friege, J.; Grimmer, K.; Jansen, U.; et al. *Metropole Ruhr—Grüne Hauptstadt Europas*; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie: Wuppertal, Germany, 2013. Available online: [https://wupperinst.org/uploads/tx\\_wupperinst/Metropole\\_Ruhr\\_Endbericht.pdf](https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/Metropole_Ruhr_Endbericht.pdf) (accessed on 28 April 2017).
72. Bertolini, L.; Clercq, F. Urban development without more mobility by car? Lessons from Amsterdam, a multimodal urban region. *Environ. Plan. A* **2003**, *35*, 575–589. [[CrossRef](#)]
73. City of Vienna. *STEP 2025—Stadtentwicklungsplan Wien*; Stadtentwicklung Wien, Magistratsabteilung 18—Stadtentwicklung und Stadtplanung: Wien, Österreich, 2014. Available online: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008379a.pdf> (accessed on 28 April 2017).
74. Wiener Stadtwerke. *Innovation und Verantwortung—Geschäftsbericht 2015*; Wiener Stadtwerke: Wien, Österreich, 2016. Available online: [http://www.wienerstadtwerke.at/media/files/2016/geschaeftsbericht\\_wiener\\_stadtwerke\\_2015\\_185352.pdf](http://www.wienerstadtwerke.at/media/files/2016/geschaeftsbericht_wiener_stadtwerke_2015_185352.pdf) (accessed on 28 April 2017).
75. Buehler, R.; Pucher, J.; Altshuler, A. The Politics of Sustainable Transport in Vienna. Available online: <http://docs.trb.org/prp/17--00406.pdf> (accessed on 28 April 2017).
76. Wiener Linien. Jahreskarte: 365 Tage mobil, für 1 Euro pro Tag. Available online: <https://www.wienerlinien.at/eportal3/ep/channelView.do/pageTypeId/66526/channelId/-46642> (accessed on 28 April 2017).
77. City of Copenhagen. *2. Local Transport*; Application for European Green Capital: Copenhagen, Denmark, 2012. Available online: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2012/07/Section-2-Local-transport\\_Copenhagen.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2012/07/Section-2-Local-transport_Copenhagen.pdf) (accessed on 28 April 2017).
78. City of Copenhagen. *Copenhagen—City of Cyclists. The Bicycle Account 2014*. City of Copenhagen; The Technical and Environmental Administration, Mobility and Urban Space: Copenhagen, Denmark, 2016. Available online: <http://www.cycling-embassy.dk/wp-content/uploads/2015/05/Copenhagens-Bicycle-Account-2014.pdf> (accessed on 28 April 2017).
79. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, Bereich Kommunikation. *Fußverkehrsstrategie Für Berlin—Ziele, Maßnahmen, Modellprojekte*; Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, Bereich Kommunikation: Berlin, Germany, 2011. Available online: [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/verkehr/politik\\_planung/fussgaenger/strategie/download/fuss\\_broschuere.pdf](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/verkehr/politik_planung/fussgaenger/strategie/download/fuss_broschuere.pdf) (accessed on 28 April 2017).
80. Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin. *Mobilitätsdaten Für Berlin Und Seine Bezirke—“Mobilität in Städten—SrV 2008”*. Available online: [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/verkehr/politik\\_planung/zahlen\\_fakten/mobilitaet/](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/verkehr/politik_planung/zahlen_fakten/mobilitaet/) (accessed on 28 April 2017).
81. Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin. *“Mobilität in Städte—SrV 2013”—Neue Mobilitätsdaten für Berlin*. Available online: [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/verkehr/politik\\_planung/zahlen\\_fakten/mobilitaet\\_2013/](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/verkehr/politik_planung/zahlen_fakten/mobilitaet_2013/) (accessed on 28 April 2017).



82. Bratzel, S. Conditions of success in sustainable urban transport policy—Policy change in ‘relatively successful’ European cities. *Trans. Rev.* **1999**, *19*, 177–190. [[CrossRef](#)]
83. Die Bundesregierung Deutschland. Global, National, Local—Herausforderung Vertikale Integration (Rolle Der Länder Und Kommunen Bei Der Umsetzung Der Agenda). Available online: <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Newsletter/Nachhaltigkeit/extra-nachhaltigkeitsdialog/1-Textbausteine/3-workshop-ergebnisse/3-ws-6-zusammenfassung.html> (accessed on 28 April 2017).
84. Hüger, S.; Karmann-Woessner, A.; Schmitt, M. Die Stadt neu denken—Zum Räumlichen Leitbild Karlsruhe. *Planerin* **2015**, *2*, 18–21.
85. Böhler-Baedeker, S.; Jansen, U.; Müller, M. Konzepte für CO<sub>2</sub>-arme Mobilität in der Stadt. *Raumplanung* **2012**, *162*, 24–27.
86. Arbeitsgemeinschaft Fußgänger- Und Fahrradfreundlicher Städte, Gemeinden und Kreise in Nordrhein-Westfalen (AGFS NRW). *Nahmobilität 2.0*; Arbeitsgemeinschaft Fußgänger- Und Fahrradfreundlicher Städte, Gemeinden und Kreise in Nordrhein-Westfalen (AGFS NRW): Krefeld, Germany, 2015. Available online: [http://www.agfs-nrw.de/uploads/tx\\_ttproducts/datasheet/NM2.0\\_Broschuere\\_web\\_2015.pdf](http://www.agfs-nrw.de/uploads/tx_ttproducts/datasheet/NM2.0_Broschuere_web_2015.pdf) (accessed on 28 April 2017).
87. Ministerium für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (MBWSV NRW). *Aktionsplan der Landesregierung zur Förderung der Nahmobilität*; Ministerium für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (MBWSV NRW): Düsseldorf, Germany, 2012. Available online: <http://edoc.difu.de/edoc.php?id=JNFSQGT7> (accessed on 28 April 2017).
88. Ortiz, W.; Dienst, C.; Terrapon-Pfaff, J. Introducing Modern Energy Services into Developing Countries: The Role of Local Community Socio-Economic Structures. *Sustainability* **2012**, *4*, 341–358. [[CrossRef](#)]
89. Schneidewind, U.; Singer-Brodowski, M.; Augenstein, K.; Stelzer, F. *Pledge for a Transformative Science—A Conceptual Framework*; Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy: Wuppertal, Germany, 2016. ISSN 0949-5266. Available online: <https://epub.wupperinst.org/files/6414/WP191.pdf> (accessed on 28 April 2017).



© 2017 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

World Transport Policy and  
Practice  
Volume 26.2  
March 2020



PROFESSOR JOHN WHITELEGG  
SCHOOL OF THE BUILT ENVIRONMENT  
LIVERPOOL JOHN MOORES UNIVERSITY

#### **EDITORIAL BOARD**

PROF. DR.-ING. HELMUT HOLZAPFEL  
ZENTRUM FÜR MOBILITÄTSKULTUR KASSEL  
DÖRNBERGSTR. 12  
34119 KASSEL  
[WWW.MOBILITAETSKULTUR.EU](http://WWW.MOBILITAETSKULTUR.EU)  
Tel: 0049-561-8075859

ERIC BRITTON  
MANAGING DIRECTOR,  
ECOPLAN INTERNATIONAL,  
CENTER FOR TECHNOLOGY AND SYSTEMS  
STUDIES,  
9, RUE GABILLOT  
69003 LYON, FRANCE

PAUL TRANTER  
SCHOOL OF PHYSICAL ENVIRONMENTAL &  
MATHEMATICAL SCIENCES,  
UNIVERSITY OF NEW SOUTH WALES,  
AUSTRALIAN DEFENCE FORCE ACADEMY  
CANBERRA ACT 2600, AUSTRALIA

#### **PUBLISHER**

WORLD TRANSPORT POLICY AND PRACTICE,  
6 LONGNER STREET  
SHREWSBURY  
SHROPSHIRE  
SY3 8QS  
Telephone +44 (0) 1743 241955  
E-MAIL:  
[johnwhitelegg@mobilitaetskultur.eu](mailto:johnwhitelegg@mobilitaetskultur.eu)  
WEB:  
<http://worldtransportjournal.com>

The image on the cover of this issue is a pile of 3,700 pairs of shoes in Stockholm Central Railway Station displayed at the start of the global road safety conference on 19th and 20th February 2020. 3,700 people globally die every day in road crashes and this image conveys the key message of the conference "Enough..the carnage must stop now"

We would like to thank Hartwig Schafer, Vice President, South Asia Region, World Bank for this powerful image, which can be found at:

<https://blogs.worldbank.org/endpovertyinsouthasia/when-other-shoe-drops-sobering-look-tragedy-global-road-fatalities>

## CONTENTS

Contents	3
Editorial	5
Abstracts and Keywords	8
Bad Science: Comments on the paper 'Quantifying the impact of road lighting on road safety — A New Zealand Study' by Jackett & Frith (2013). <i>Dr Paul Marchant</i>	10
Benchmark: Climate and environmentally friendly urban passenger transport – the concepts of the European Green Capitals 2010-2020 <i>Miriam Müller and Prof Oscar Reutter</i>	21
Urban Expansion, Road Building and Loss of Countryside – a Non-linear Relationship <i>Dr Steve Melia</i>	44
Transformative Impact of Mainstreaming Gender in Rural Transport: A Review of Seven Case Studies <i>Nite Tanzarn</i>	52
Trouble in Store: Retail Location Policy in Britain and Germany <i>TEST Report</i>	69

**Bad Science: Comments on the paper 'Quantifying the impact of road lighting on road safety – A New Zealand Study' by Jackett & Frith (2013).**

*Dr Paul Marchant*

**Abstract:**

The paper of Jackett & Frith (2013), which purports to show considerable gains for road safety with increasing road luminance, is seriously flawed. It asserts that increasing the luminance on roads causes improvements in road safety. Its cross-sectional design fails to rule out major potential confounders. Using a longitudinal design would be a far superior approach. The paper exhibits poor statistical practice. The selection process for the relatively small sample of urban roads is unclear and the post hoc processing of the data is questionable. The analysis is seriously deficient, as variables which indicate detrimental effects of increased road lighting are removed from the modelling without proper justification and other variables are not included in the first analysis yet appear in the subsequent cosmetic analyses. The latter give an illusion of false certainty. The data collected, which would allow checking, is not published. The practice of the journal in which the paper appeared is seriously deficient in not allowing the publication of critical responses. Although being used to promote increased road lighting, the paper's claim disagrees with results from better quality research.

**Key Words:** Road Traffic Collisions, Traffic Accidents, Road Lighting, Poor Study Design, Poor Statistical Practice, Statistical Errors, 'Cosmetic' Analyses, Poor Publishing Practices, Openness, Transparency.

**Benchmark: Climate and environmentally friendly urban passenger transport – the concepts of the European Green Capitals 2010-2020**

*Miriam Müller and Prof Oscar Reutter*

**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.

**Keywords:** Cities; European Green Capital Award; sustainable urban transport; climate protection; modal shift

**Urban Expansion, Road Building and Loss of Countryside – a Non-linear Relationship**

*Dr Steve Melia*

**Abstract:**

This study conducted a secondary analysis of data from a previous study of the geographical distribution of 'undisturbed' countryside in England. It juxtaposes the proportion of undisturbed countryside in each local authority area against the total built area including gardens. It finds a strong non-linear relationship with

**Benchmark: Climate and environmentally friendly urban passenger transport – the concepts of the European Green Capitals 2010-2020**

Miriam Müller and Prof Oscar Reutter

**1 Introduction**

It has been widely recognized that there is an urgent need for more sustainable urban transport policy and planning (Banister, 2011, Creutzig et al., 2012, Sims et al., 2014). To understand ambitious policy approaches, “relatively successful” cities (Bratzel 1999) are regularly subject of analyses (e.g. *ibid.*, Bertolini & le Clercq,

2003, Buehler & Pucher, 2011, Buehler et al. 2016a and b, Kindhäuser, 2001). This paper also focuses on relatively successful cities – by reviewing the application documents of the winner cities of the European Green Capital Award (EGCA). Award schemes not only aim to reward leading participants, but likewise aim to contribute to knowledge transfer and the dissemination of good practice examples to non-participants (Bovaird & Löffler, 2009, p. 384). So far award schemes and good practice approaches have received limited attention by research (*ibid.*, p. 383, Macmillen & Stead, 2014, Ammons & Roenigk, 2014, p. 400).

Year and winning city	Applicant cities (finalist cities: bold)	Number of applicant cities
2010: Stockholm	<b>Amsterdam</b> , Bordeaux, Bremen, <b>Bristol</b> , Cluj-Napoca, Dublin, Espoo, <b>Freiburg</b> , <b>Hamburg</b> , Hannover, Helsinki, Kaunas, <b>Copenhagen</b> , Lisbon, Lodz, Magdeburg, Malmö, Montpellier, Munich, <b>Münster</b> , Murcia, <b>Oslo</b> , Pamplona, Prague, Riga, Rotterdam, Sabadell, <b>Stockholm</b> , Tampere, Toruń, Valencia, Vilnius, Vitoria-Gasteiz, Vienna, Zaragoza	35
2011: Hamburg	Same as 2010 (joint award cycle)	35
2012: Vitoria-Gasteiz	Antwerp, <b>Barcelona</b> , Bologna, Budapest, Espoo, Glasgow, Ljubljana, Lodz, <b>Malmö</b> , Murcia, <b>Nantes</b> , <b>Nuremberg</b> , <b>Reykjavik</b> , Rome, Seville, Toruń, <b>Vitoria-Gasteiz</b>	17
2013: Nantes	Same as 2012 (joint award cycle)	17
2014: Copenhagen	Antwerp, Brasov, <b>Bristol</b> , Brussels, Bursa, <b>Frankfurt</b> , Ghent, <b>Copenhagen</b> , Ljubljana, Newcastle, Rotterdam, Stoke-on-Trent, Tampere, Thessaloniki, Turin, Trabzon, Vienna, Zaragoza	18
2015: Bristol	<b>Bristol</b> , <b>Brussels</b> , Bydgoszcz, Dublin, <b>Glasgow</b> , Kaunas, Kutahya, <b>Ljubljana</b>	8
2016: Ljubljana	Dabrowa Gornicza, <b>Essen</b> , Larissa, <b>Ljubljana</b> , <b>Nijmegen</b> , <b>Oslo</b> , Pitesti, Reggio Emilia, Santander, Tours, <b>Umeå</b> , Zaragoza	12
2017: Essen	Bursa, Cascais, Cork, <b>Essen</b> , <b>'s-Hertogenbosch</b> , Istanbul, Lahti, Lisbon, <b>Nijmegen</b> , Pécs, Porto, <b>Umeå</b>	12
2018: Nijmegen	Arad, Ghent, <b>Nijmegen</b> , <b>'s-Hertogenbosch</b> , Tallinn, <b>Umeå</b> , Warsaw	7
2019: Oslo	Arad, Bologna, Florence, Funchal, <b>Ghent</b> , Kamza, <b>Lahti</b> , <b>Lisbon</b> , <b>Oslo</b> , Pécs, Seville, Strasbourg, <b>Tallinn</b> , Wroclaw	14
2020: Lisbon	Aberdeen, Budapest, Bursa, <b>Ghent</b> , Guimarães, <b>Lahti</b> , <b>Lisbon</b> , Ostrava, Prato, Reykjavik, Seville, Tallinn, Wroclaw	13

**Table 1:** Applicant, finalist and winning cities of the European Green Capital Award cycles 2010-2020.



This paper reviews and analyses the application forms of the EGCA winning cities to learn about ambitious policy approaches to sustainable and climate-friendly urban transport. The EGCA is a well-established award scheme by the European Commission. It rewards environmentally friendly cities in a competitive application, evaluation and ranking process (Gudmundsson, 2015, p. 2). In the competition, city governments present qualitative and quantitative information about their environmental performance in twelve topic areas that represent a holistic approach to sustainable urban development. Sustainable urban mobility plays an important part of the competition, as several topic areas are directly or indirectly linked to transport (sustainable urban mobility, air quality,

noise, climate mitigation, energy performance). For each topic area, the applicant cities present their environmental strategies, measures and indicators. The cities describe their present situation, past development (past five to ten years), targets and planned measures for future development.

The EGCA competition consists of a two-tier evaluation process. First, twelve evaluators from different European countries (one evaluator for each topic area) assess the city applications and rank the cities for their specific topic area from the highest to the lowest. Based on the rankings, the expert panel selects three to five finalists. The shortlisted cities present their action plans and communication strategies to



**Figure 1:** Distribution of the European Green Capitals 2010-2020 across Europe and numbers of inhabitants.

map basis: Wikimedia Commons (2017). The authors changed colours of the map and added European Green Capitals.

a jury of representatives from European bodies. The jury selects the winner city (see table 1). The winner does not necessarily have to be the best-ranked city across the 12 topic areas, as the jury also takes the specific starting and framework conditions of the cities into consideration.

Eligible to participate are cities of at least 100,000 inhabitants (until 2015: at least 200,000 inhabitants) of the European Union and cities of states connected to the European Union (e.g. Norway, Turkey). Since 2015, the competition "European Green Leaf" recognizes smaller cities (20,000-100,000 inhabitants).

Applicant cities must meet three requirements to win the award:

- High environmental standards.
- Ambitious targets for further environmental improvements.

- Ability to act as a role model to inspire other cities by providing "best practices" to other European cities.

To date, there are eleven European Green Capitals (EGCs) from different European countries of different city sizes (see figure 1).

Climate protection and urban transport are two out of the twelve topic areas. Almost all winning cities have achieved very good rankings in these two indicators compared to their competitor cities (see table 2). To achieve a good ranking, the cities have to show exemplary achievements in reducing greenhouse gas emissions and promoting environmentally friendly transport (walking, cycling, public transport).

The questions of this paper are: Where do the eleven EGCs stand in terms of climate and environmentally friendly urban trans-

City	Ranking "Climate Change"	Ranking "Sustainable Urban Mobility"	Number of applicant cities
Stockholm (2010)	1 (together with Hamburg)	2 (together with two more cities)	35 (the ranking refers to the 8 shortlisted cities), one award cycle for 2011 & 2012
Hamburg (2011)	1 (together with Stockholm)	5 (together with Copenhagen)	35 (the ranking refers to the 8 shortlisted cities), one award cycle for 2011 & 2011
Vitoria-Gasteiz (2012)	1	1	17 (the ranking refers to the 6 shortlisted cities), one award cycle for 2013 & 2014
Nantes (2013)	3	3 (together with Barcelona)	17 (the ranking refers to the 6 shortlisted cities), one award cycle for 2013 & 2014
Copenhagen (2014)	2	1	18
Bristol (2015)	2	1	8
Ljubljana (2016)	5	2	12
Essen (2017)	1	7	12
Nijmegen (2018)	4	1	7
Oslo (2019)	1	1	14
Lisbon (2020)	6	1	13

**Table 2:** Ranking of the European Green Capitals in the topic areas "climate change" and "sustainable urban mobility".

Source: EGCA Technical Assessment Synopsis Reports for the Award Cycles 2010-2020. Retrieved from European Green Capital Award website: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/press-communications/egca-publications/>



port? What targets, strategies and measures do these cities pursue for sustainable mobility and climate protection? What EU benchmark do they represent for climate-protecting urban transport?

## 2 Materials and Methods

The paper evaluates the application forms of the eleven EGCs for the topic areas "Sustainable Urban Mobility" and "Climate Change: Mitigation". Furthermore, the topic areas "Air Quality" and "Noise" are screened to identify additional information related to sustainable mobility. The application forms are publicly available on the EGCA website.

In addition, documents and online information that has been published as part of the competition are researched, for example the technical assessment reports of the expert panel and the jury statements that describe reasons for selecting the winner cities. Particularly for the earliest EGCs, the authors also review up-to-date city documents to update modal shift and greenhouse gas mitigation developments and targets.

The paper cross-evaluates the documents regarding realized modal shifts and greenhouse gas mitigations and future targets. The cross-evaluation draws conclusions to what extent the EGCs realize measures of the avoid-shift-improve concept and what benchmark they represent sustainable urban passenger transport.

## 3 Results

### 3.1 City evaluations

#### 3.1.1 Stockholm (2010)

The City of Stockholm (912,000 inhabitants) was awarded the first "European Green Capital 2010". Sweden's capital won against 34 competitor cities by being a green, clean city by the water, by having a long historical track record of integrated urban management and by having ambitious future plans (RPS, 2009, p. 3).

The growing city plans to build 11,000 residential units for 25,000 additional inhabitants in the construction project Hammarby Sjöstadt. Building density and mixed-use

settlement structures shall facilitate the use of environmentally friendly transport modes and lead to low transport volumes (City of Stockholm, 2008, pp. 17 & 94).

Stockholm makes use of the push and pull approach to achieve modal shifts. For most urban streets, there is a tempo limit of 30 km/h (ibid., p. 15). Since 2006, there is a weekday congestion charge for cars. Through the congestion charge, traffic volumes and emissions were reduced by 10 to 15% (ibid., p. 16). Considerable improvements of public transport (more trains, busses, public transport stops, signals, real-time-information, communication and marketing) have led to an increased trip-based share of public transport (from 57% to 64%) whereas car use has decreased (from 43% to 36%) (1998-2008) (ibid., p. 14). Cycling has been consequently promoted and significantly increased in the last ten years, due to the expansion of cycling paths, tempo 30 streets, new bicycle stands and bike sharing systems. Stockholm aims to become one of the leading cycling cities in Europe (ibid., p. 18).

Since 1994, Stockholm pursues a clean vehicle strategy. In 2009, 7% of all cars ran on ethanol, biogas or as a hybrid electro or low emission vehicle. All city busses run on biogas or ethanol. 50% of waste-lorries and 40% of taxis are bio-fuelled or hybrids (ibid., p. 20). All rail vehicles use electricity from certified renewable electricity (ibid., p. 16). Until 2025, the entire public transport sector shall be fossil-fuel-free (ibid., 2015, p. 14).

Stockholm has reduced its overall per capita CO<sub>2</sub>eq emissions from 1990 to 2005 by one quarter (-26%). In the same time period, transport CO<sub>2</sub>eq emissions were reduced by one fifth (-19%) (ibid., p. 4). By 2050, Stockholm aims to become a climate neutral city ("fossil fuel free city") (ibid., p. 3).

#### 3.1.2 Hamburg (2011)

Hamburg (1.8 m inhabitants) is the second largest city of Germany and a harbor city with a lot of green. Hamburg was chosen the European Green Capital 2011 because of high environmental standards and ambitious future plans (RPS, 2009, p. 3).

Hamburg develops its settlement structures transport-efficiently according to the "axis model" and aims for inner urban development (City of Hamburg, 2008b, p. 7f.). The city constructs housing preliminarily in vicinity to public transport stops (ibid., p. 6). On the recycling site "HafenCity" in the harbor area, which is one of Europe's largest urban development projects, 5,500 housings and a new public transport railway connection are built on 1.57 km<sup>2</sup>. 40,000 jobs shall be created (ibid., 2009, p. 6).

Public transport has been significantly expanded: New local rail lines were built, service frequencies were increased (5-minutes subway interval), the operating period was extended (around the clock service on weekends), 150 additional bus stops were established as well as a fast metro bus line network with 22 bus lines (ibid, 2008b, p. 6 f.). Through these measures, the number of public transport users rose (+16% from 2003 to 2007) (ibid., p. 6).

The city promotes cycling by building qualified cycling paths (1,700 km separate cycling paths on streets, tempo-30 streets (45% of the road network), opening one-way-streets for cyclists, velo routes) (ibid., pp. 1-4), the creation of 14,000 bike stands at subway stations and a public bike rental system with 1,500 bicycles at 130 rental stations (ibid., pp. 5 & 10). Cycling in Hamburg increased from 1984 to 2006 by 60% (ibid., p. 5). The target is to increase the share of cycling from 12% in 2008 to 25% in the 2020s (SPD, Bündnis 90/Die Grünen, 2015, p. 36).

Besides having a tempo-30 limit on 45% of the urban road network (City of Hamburg, 2008b, p. 4), no further restrictive measures against car traffic are reported. Hamburg improves the environmental efficiency of its bus fleet (new vehicles having Euro 5, retrofits of old vehicles) and trains its staff to drive fuel-efficient to reduce emissions (ibid., pp. 3 & 7). From 1990 to 2006, Hamburg has reduced its overall per capita CO<sub>2</sub>-emissions by one quarter (-25%) (ibid., 2008a, p. 1) and its transport emissions by one third (-31%) (ibid., p. 2). Hamburg aims to reduce its per capita CO<sub>2</sub>-emissions by 40% until 2020 and by 80% until 2050 compared to 1990

(ibid., p. 11). On the occasion of the 2015 Paris Climate Conference, Hamburg committed itself to halving carbon emissions by 2030 (ibid., 2016, p. 4).

### 3.1.3 Vitoria-Gasteiz (2012)

The City of Vitoria-Gasteiz (242,000 inhabitants) is the growing capital of the autonomous Bask region in northern Spain. It was awarded "European Green Capital 2012" because of environmental achievements in green public areas, biodiversity and water management (RPS, 2018c). Vitoria-Gasteiz is a compact city that allows for short distance mobility. 25% of the road space is pedestrian zone. Walking makes up more than 50% of all trips in the city (City of Vitoria-Gasteiz, 2010, pp. 14f.). The city focuses on the qualitative improvement of public space and the redistribution of road space from motorized private transport to environmentally more friendly transport modes (ibid., p. 16).

Sustainable mobility is promoted through push and pull measures. Parking fees were tripled (time period not specified), extended spatially and newly introduced for city center residents (ibid., p. 23). Furthermore, so-called "super blocks" were established. Super blocks are urban districts with restricted access for cars, parking fees and reduced speed levels (10 to 20 km/h on inner roads) that aim to prioritize walking and cycling (ibid., pp. 22 & 28).

Public transport is promoted through the construction of the first two urban tram lines (2008) and the re-organization of the bus network by introducing ten-minute service intervals (2009) (ibid., p. 16). Additionally introduced were: new bus lines, bus priority at traffic lights, 100% accessibility of the public transport fleet for people with disabilities and an integrated fare and payment card for the entire public transport system (ibid., p. 20f.). Trip numbers in public transport increased by 45% (2009-2010) (ibid., p. 16).

Walking and cycling are promoted through the construction of walking and cycling paths, bike stands and the introduction of a public bike rental system (2009) (ibid., pp. 21 & 26). The city plans to integrate the public bike rental system into the public transport system. Furthermore, the bike

rental system shall be extended so that the next rental bike is reachable within a five minutes walk (ibid., p. 26). The trip-based modal share of cycling has been increased from 1% (2002) to 3% (2006) to 12% (2014) (City of Vitoria-Gasteiz, 2015, p. 6). Until 2020, the trip-based share of cycling shall be increased to 15% (ibid., p. 2).

Vitoria-Gasteiz has increasing per-capita emissions (ibid., p. 5). In the long-term, Vitoria-Gasteiz aims to become a CO<sub>2</sub>-neutral city. Until 2050, CO<sub>2</sub> emissions shall be reduced by at least 50% compared to 1990 (ibid., p. 10).

#### 3.1.4 Nantes (2013)

Nantes (292,000 inhabitants) is the sixth largest city of France and European Green Capital 2013. The title was given to Nantes for its sustainable transport policy that has led to considerable reductions of air pollution and CO<sub>2</sub> emissions (RPS, 2018b).

The former industrial city focuses on culture and sustainability for structural change. The city pursues an integrated urban planning and transport approach and aims to realize mixed functions to reduce traffic volumes and strengthen environmentally friendly transport modes (City of Nantes, 2010b, p. 34).

Nantes is a pioneer city in France to promote sustainable urban mobility. The cycling and public transport networks were notably extended (+22% public transport network 2000-2008; +66% cycling paths 2001-2009) (ibid., pp. 22 & 28). Nantes was the first French city to reintroduce the tram (ibid., p. 20). Nantes promotes carpooling in the Nantes metropolitan region by providing a website for carpooling (ibid., p. 36). In 2008, a public bicycle renting system was established (89 stations, 790 bicycles) (ibid., p. 22). Nantes wants to increase the trip-based share of cycling from 5% (2012) to 15% (2030) (ibid., p. 36; ibid., 2014, p. 24).

Nantes is supporting mobility management for companies (ibid., 2010b, pp. 30f.). From 2004 to 2014, the city developed mobility plans with 362 companies (104,000 employees, 33% of the employees in the Nantes metropolitan region)

(ibid., 2014, p. 50). Nantes has set the target to reduce the share of car commuters by 5% within 3 years (ibid., 2010b, p. 30). Nantes has already reduced the trip-based share of car use from 62% (2002) to 52% (2012) and wants to further reduce it to 42% in 2030 (ibid., p. 34). To reach the target, also restrictive measures are implemented that aim to improve the quality of public space: Streets are converted to public squares and zones with 30 km/h speed limits are introduced (ibid., p. 30). To improve transport efficiency, Nantes promotes electrified public transport (79 tramlines) and the conversion of busses to natural gas (80% of the bus fleet) (ibid., p. 27).

Per capita CO<sub>2</sub>eq emissions of Nantes have slightly increased compared to 1990 (4.2 tons CO<sub>2</sub>eq in 1990; 4,8 tons CO<sub>2</sub>eq in 2009) (ibid., 2010a, p. 5). Transport causes 26% of CO<sub>2</sub>eq emissions (ibid., p. 6). Until 2025, Nantes wants to reduce CO<sub>2</sub>eq emissions by 25% compared to 1990 (ibid.).

#### 3.1.5 Copenhagen (2014)

Copenhagen (580,000 inhabitants) is the capital of Denmark and a green city by the sea. It was awarded European Green Capital 2014 because it represents a successful role model, particularly for the green economy, and because it has an efficient communication strategy (RPS, 2012, p. 4f.).

With its integrative urban and transport planning, Copenhagen reduced the trip-based share of car use from 36% to 33% (2007-2010), despite an increase of inhabitants and workplaces in the city (City of Copenhagen, 2011b, p. 4). To achieve modal shifts, Copenhagen consequently implements the push and pull principle for modal shifts with a clear political will and accompanied by communication campaigns (ibid., p. 8).

The city has introduced speed limits that also include the primary road network (ibid., 2011d, p. 3). Traffic lanes were taken away from motorized private transport and are used as separate cycling or bus lanes (ibid., p. 8). The area with parking fees was extended threefold (time period not specified) and prices were increased (ibid., p. 3). The effect of the extended

parking fees was that car traffic to and from the inner city could be reduced by about 6% (2007-2009) (ibid., p. 7). In Copenhagen, the first environmental zone of Denmark was introduced in 2008 to limit air pollution from lorries and busses (ibid., 2011c, p. 4).

The well-established public transport system consists of local trains, the unmanned subway and a dense network of express busses with separate bus lanes and priority at traffic lights. Currently, a subway ring is being built that shall open in 2019 and that shall be further extended (ibid., 2011b, p. 1).

Copenhagen aims to be the "World's Best City for Cyclists" (ibid., p. 1). In the decade 2002 to 2012, the number of public transport passengers increased by 10% (ibid., p. 6) and the number of cyclists by 13% (ibid., p. 4). The number of kilometers cycled increased in Copenhagen by 30% (1998-2012), despite an average decrease in cycling of 30% throughout Denmark (ibid., p. 4). Until 2025, the trip-based share of walking, cycling and public transport shall be increased to 75% and the share of car use shall be reduced to 25% (ibid., 2015a, p. 13).

Copenhagen had the target to reduce its overall per capita CO<sub>2</sub>eq emissions from 2005 to 2015 by one fifth (-20%) (ibid., 2011a, p. 4) and exceeded this target by reducing carbon emissions by 21% already in 2011 (ibid., 2012, p. 4) and 38% in 2015 (ibid., 2016, p. 9). Until 2025, Copenhagen aims to become a carbon neutral city (ibid., 2011a, p. 6). To reach carbon neutrality, also compensation measures are calculated (ibid., 2012, p. 14).

### 3.1.6 Bristol (2015)

In 2015, Bristol was European Green Capital. Bristol is the growing, eighth largest city of Great Britain (430,000 inhabitants) and lies in the south west of England. Bristol was awarded the title because of its investment plans for energy and transport, declining emissions despite a growing economy, the successful increase of cycling, the transformation of the harbor area to a livable neighborhood and the intensive involvement of citizens (RPS, 2013, p. 4f).

Since the 1980s, former industrial sites in the harbor were developed to modern residential areas and culture centers by applying integrated urban and transport planning (City of Bristol, 2012b, p. 13 f.). Bristol has increased urban population densities by 10% and over 5,000 homes were built in the city center (2002-2012) (ibid., 13). For sustainable mobility, Bristol combines hard and soft measures in a push and pull approach. The city of Bristol supports the privately organized public transport companies by priority bus lanes, real-time information and an improved regional bus network (ibid., p. 9).

Walking and cycling are promoted through the construction of cycle paths, cycling training for children and adults, speed limits and the qualitative improvement of public space (ibid., p. 9 f.). In 2008, Bristol was named Great Britain's Demonstration Cycling City in a national government scheme and 22 million pounds (about 30 million Euro) government and local money was invested in cycling (2008-2011) (ibid., p. 9, BBC, 2008). The trip-based share of cycling increased in the inner city area by 30% and for trips to work by 46% (2007-2010) (City of Bristol, 2012b, p. 10).

Bristol implemented speed limits of 20 mph (about 32 km/h) in two model projects in residential areas that cover one sixth of homes in the city (ibid., p. 9). The successful pilot projects shall now be extended city-wide (ibid., p. 4). Bristol reduces street space for cars and uses it for environmentally friendly transport modes, reduces parking lots in the inner city and supports mobility management for citizens and employees (ibid., p. 10 f.).

Bristol has reduced its overall per capita CO<sub>2</sub> emissions by 19%, compared to national reductions of 12% (2005-2010) (ibid., 2012a, p. 2). Transport emissions were reduced by 15% (2005-2010): 10% correspond to the national trend and 5% are Bristol's additional local effect. The overall CO<sub>2</sub> emissions shall be reduced by 40% until 2020 and by 80% until 2050 compared to 2005 (ibid., 2012a, p. 1).

### 3.1.7 Ljubljana (2016)

Ljubljana (278,000 inhabitants), European Green Capital 2016, is the capital of Slov-



enia that became independent in 1991. The city has many students and is the economic and cultural center of the country. Ljubljana won the title because of the significant sustainability transformations made during the previous 10 to 15 years with an intensive promotion of environmentally friendly transport modes and the protection and conservation of green and recreational areas (RPS, 2014, p. 4).

Ljubljana prioritizes environmentally friendly transport modes in the city center by restricting access of motorized vehicles in the inner city ("Ecological Zone") and by reallocating parts of a main road for environmentally friendly transport modes (City of Ljubljana, 2013b, pp. 5 ff. & 13). In residential areas, super block systems are established that comprise one-way-streets, shared space zones, speed limits (10 km/h to 30 km/h) and reduced parking for cars in public space (ibid., p. 8 f.). In 2012, Ljubljana received the "European Prize for Urban Public Space" for its successful upgrades of public space (ibid., p. 5).

The use of public transport in Ljubljana is promoted by the extension of the bus network into the suburbs, the introduction of new bus lines, bus priority at traffic lights, real-time information at public transport stops and the introduction of an integrated payment card (ibid., p. 9 f.). Walking and cycling in the city center are prioritized (ibid., p. 13 f.). The public bicycle renting system was established in 2011 (308 bicycles, 33 renting stations). The first hour of usage is free of charge (ibid., p. 3).

Ljubljana set ambitious targets for the future trip-based modal split: one third walking/cycling, one third public transport, one third motorized private transport shall be achieved by 2020 (ibid., p. 5) (2013: 35% walking/cycling, 14% public transport, 51% motorized private transport) (ibid., 2015). Energy and environmentally efficient vehicles are increasingly used in Ljubljana: 29% of the bus fleet has Euro V or EEV standard (ibid., 2013b, p. 4), 23% of the city administration's vehicle fleet is energy efficient (ibid., p. 11).

Ljubljana has slightly decreasing CO<sub>2</sub>eq emissions (2004-2011). In 2011, the

overall CO<sub>2</sub>eq emissions per capita are 7,1 tons (ibid., 2013a, p. 2). The CO<sub>2</sub>eq emissions of the transport sector are 2,7 tons (ibid.). Until 2020, the overall CO<sub>2</sub>eq emissions shall be reduced by 20% compared to 2008 (ibid., p. 15).

### 3.1.8 Essen (2017)

Essen (581,000 inhabitants) was selected European Green Capital 2017 because of its consistent good environmental performances across the twelve topic areas. The city belongs to the Ruhr Metropolitan Region (5.1 million inhabitants) and has a heavy industrial past. It convinced the jury by its transformations to a cleaner and greener city (RPS, 2015, p. 4).

Essen wants to retain the retail structures of the city center and the district centers with a "Retail Master Plan 2011" that aims to create a "city of short distances" to reduce urban traffic volumes (City of Essen, 2014b, p. 11).

Essen implements push and pull measures for modal shifts. The trip-based share of walking, cycling and public transport shall be increased from 46% to 75% and the share of motorized private transport shall be reduced from 54% to 25% (2011-2035) (ibid., p. 10).

Essen extended the cycling network, opened 267 one-way-streets for cyclists, runs the public bicycle renting system "metropolradruhr" (400 rental bikes at 52 rental stations) and organizes cycling campaigns (ibid., pp. 8-11). The fast cycling path "Radschnellweg Ruhr" that is currently being built crosses the Ruhr Metropolitan Region from east to west (101 km) and will run through the City of Essen (ibid., p. 11 f.).

Essen expands its public transport service, particularly through new tram lines and new night tram lines, a 100% low floor bus fleet with stepwise improved EEV standards, priority for tramlines at traffic lights, improved train station areas and a barrier-free conversion of 76 bus and 16 tram line stops. Furthermore, the city extends dynamic passenger information at public transport stops, introduced a job ticket for currently 18,430 employees in 130 companies and runs campaigns for

flexible, intermodal and multimodal mobility and new resident packages (ibid., pp. 5 f.). Despite a demographic decline, public transport passenger numbers in Essen increased from 122.8 million (2011) to 124.1 million (2013) (ibid., p. 9).

Restrictions against cars are implemented to support modal shifts, for example by the low emission zone of the Ruhr Metropolitan Region, residential parking in some city districts (ibid., p. 7) and tempo 30 speed limits at night time on selected main traffic roads (ibid., 2014c, p. 9).

Essen has reduced its overall CO<sub>2</sub> emissions by 23% from 10.1 to 7.8 tons per capita (1990-2011) (ibid., 2014a, p. 2). To become a "Low Carbon City", Essen aims to reduce CO<sub>2</sub> emissions by 40% until 2020 and by 95% until 2050 compared to 1990 (ibid., p. 3).

### 3.1.9 Nijmegen (2018)

Nijmegen (171,000 inhabitants) is a growing city that is compartmented by rivers, canals and railways (City of Nijmegen, 2015b & c). Large parts of the city center were destroyed during Second World War and rebuilt until the 1980s. Nijmegen's sustainable mobility planning was one of the essential reasons for being awarded European Green Capital 2018 (PRACISIS, 2016, pp. 3 f.).

Nijmegen integrates spatial and transport policy, for example by realizing car free bus corridors and bike connections (City of Nijmegen, 2015b, p. 8). To manage transport demand, Nijmegen has introduced limited traffic zones: All roads are designed as either access roads that cluster car traffic with separate cycle paths (50 km/h, length: 70 km) or residential streets with limited traffic (max. 30 km/h, length: 630 km) (ibid., pp. 5 f.).

Significant investments in cycling infrastructure have been made: Nijmegen is building a network of cycle superhighways in the city (43 km of 79 km built) (ibid., p. 4) and to neighboring municipalities, for example to Arnhem (18 km) (ibid., p. 7). Since 2010, six new bike tunnels, a bicycle bridge and fly-over junctions have been realized (ibid., pp. 4 & 7). The quality and quantity of bicycle parking has been

improved with 8,700 new bicycle parking spaces at the central station including an automated parking system for 4,000 bikes, increased bicycle parking in the city center (from 500 to 2,700) and increased free guarded parking facilities (from 360 to 2,500 in 2014) (ibid., p. 8).

In the city, cycling is the main transport mode for short distances and makes up 37% of all trips shorter than 7,5 km (2003-2005, ), compared to 30% by car (ibid., p. 1). For commuting trips, the trip-based modal share of cycling increased from 54% to 64%, whereas travelling by car decreased from 34% to 22% (2005-2013) (ibid., pp. 2 f.).

Nijmegen has developed a rapid bus transit system with separate bus lanes that, in addition to the train system, transports travellers between the region and the city since 2008 (ibid., p. 8). All busses are Euro V low emission busses and run on natural gas (ibid.).

Nijmegen reduced its overall CO<sub>2</sub> emissions by 11,3% (2008-2014) and committed to reduce CO<sub>2</sub> emissions by 20% until 2020 (ibid., 2015a, p. 1). Until 2045, Nijmegen wants to reduce CO<sub>2</sub> emissions by 100% compared to 2008 (ibid.).

### 3.1.10 Oslo (2019)

Oslo (658,000 inhabitants) is the growing capital of Norway. Ambitious urban mobility plans were one of the essential reasons for being awarded "European Green Capital 2019" (RPS, 2017, p. 4).

Oslo aims to enable car-free living through coordinated land-use and transport planning, for example through the densification at public transport hubs, the extension of the metro system to residential development areas and the transformation of old industrial areas (City of Oslo 2016b, pp. 1 & 6 ff.).

Oslo has started very early to consequently promote sustainable mobility: A toll ring was introduced in 1990 (ibid., 2016c, p. 10). 93% of the revenues are used for investments in sustainable transport modes (ibid., 2016b, p. 14). The trip-based modal share of public transport increased from 21% to 32%, while car use decreased from

45% to 34% (2005-2015) (ibid., p. 7). Car use shall be further reduced by 20% until 2019 and by 33% until 2030 compared to 2015 (ibid., p. 11). Cycling shall be increased from 7% in 2015 to 16% in 2020 and 25% in 2025 (ibid.).

The City of Oslo implements restrictive measures against car use: Parking fees were raised by 50% in the city center (2016) (ibid., p. 8), 300 parking lots were removed to build bicycle lanes (2015/2016) (ibid.) and speed was limited to 30 km/h in central parts of the city (ibid.). In 2019, private cars will be removed from a 1.7 km<sup>2</sup> area in the city center (ibid., pp. 11 f.). The City of Oslo runs a public bike rental system and a support scheme for electrical bikes (ibid., p. 5). There is public transport priority at almost 300 traffic lights, public transport lanes were separated from other traffic and public transport frequencies were increased (ibid., p. 6). 70% of the buses have Euro V, 20% have Euro VI (ibid., p. 3). By 2020, all buses shall meet Euro VI (ibid., p. 12). For air quality reasons, diesel vehicle bans and higher toll ring charges can be applied on days with poor air quality (ibid.). By 2020, public transport in Oslo shall be fossil-free (ibid., p. 8).

Over 30% of new cars sold in Oslo in 2015/16 were electric vehicles (ibid., p. 4). The city intensively promotes electric cars by the installation of 2,000 charging points through city ownership and financial incentives, free parking in municipal car parks, no charges on toll roads and the exemption from 25% value added tax (VAT) on purchase and leasing (ibid., pp. 4 & 9). Norway produces more electricity from hydropower than it consumes (ibid., 2016a, p. 1).

The city of Oslo has decreased its per capita CO<sub>2</sub> emissions from 2.5 to 2.3 tones (1990-2013) (ibid., 2016a, p. 1). The city aims to reduce CO<sub>2</sub>eq emissions by 50% until 2020 (however, including a carbon capture and storage project) and by 95% until 2030 (ibid., 2016a, p. 2).

### 3.1.11 Lisbon (2020)

Portugal's capital Lisbon (548,000 inhabitants), a southern European city located by the Atlantic sea, is a hilly, compact and walkable city with historic buildings and

narrow streets. The jury chose Lisbon as European Green Capital 2020 because it has demonstrated how sustainability and economic growth can go hand in hand, despite facing an economic crisis (RPS, 2018a, p. 3).

Lisbon aims to provide sustainable and inclusive mobility (City of Lisbon, 2017b, p. 6) by developing a "City of Neighborhoods" (ibid., p. 5). Public squares and streets are revitalized (21 of 150 squares finished in 2016/2017), streets are renewed (ten of 100 are finished), new lifts and escalators and six pedestrian-cycling bridges were built (ibid., pp. 2 & 7). The riverfront is being rehabilitated for pedestrians and cyclists and 400 crosswalks are levelled and made accessible (9,000 further crosswalks planned) (ibid., p. 2).

The City launched a bike sharing system with 140 stations and 1,400 bikes (2/3 electric) in 2017. Cycling paths are renewed and newly built. There is free bicycle transport on most public transport (ibid., p. 4)

Lisbon restricts car use: on-street parking fees were extended by 56% up to 84,000 parking lots (2017) and revenues are used for cross-funding sustainable transport (ibid., p. 2). Several streets were converted into pedestrian areas. Four car restricted areas and seven 30 km/h and shared space zones were introduced (25 additional planned) (ibid., pp. 7 f.).

After a public transport company was municipalized in 2017, free services for children (<13 years) and a 15 Euro monthly ticket for seniors (>65 years) were introduced (ibid., p. 1). Since 2004, there are free door-to-door bus services for elderly persons living in historic areas (ibid., p. 8). One third of the municipal fleet is electric (ibid., 2017c, p. 5). Charging points installed by the city are free of charge (ibid., 2017b, p. 9). Approximately 30% of Lisbon territory is a low emission zone (ibid., p. 7).

Lisbon has reduced its per capita CO<sub>2</sub>eq emissions by 42% (2002-2014) and aims to further reduce them by 70% until 2030 and by 100% until 2050 (ibid., 2017a, pp. 2-4).

### 3.2 Cross evaluation

The cross evaluation of the eleven EGCs shows similar overall tendencies. In all eleven EGCs, urban transport and particularly urban passenger transport are key elements for a better environment and an increased urban living quality. This is why appropriate transport measures are implemented – in all cities based on clear political decisions for environmentally friendly urban transport strategies. Such strategies are in many of the analyzed cities pursued for quite a long period of time.

All eleven cities understand their local transport concepts as a contribution to climate protection and the mitigation of urban greenhouse gases. The cities do not have specific transport-related mitigation targets. Thus, their overall mitigation targets apply analogous also for urban transport.

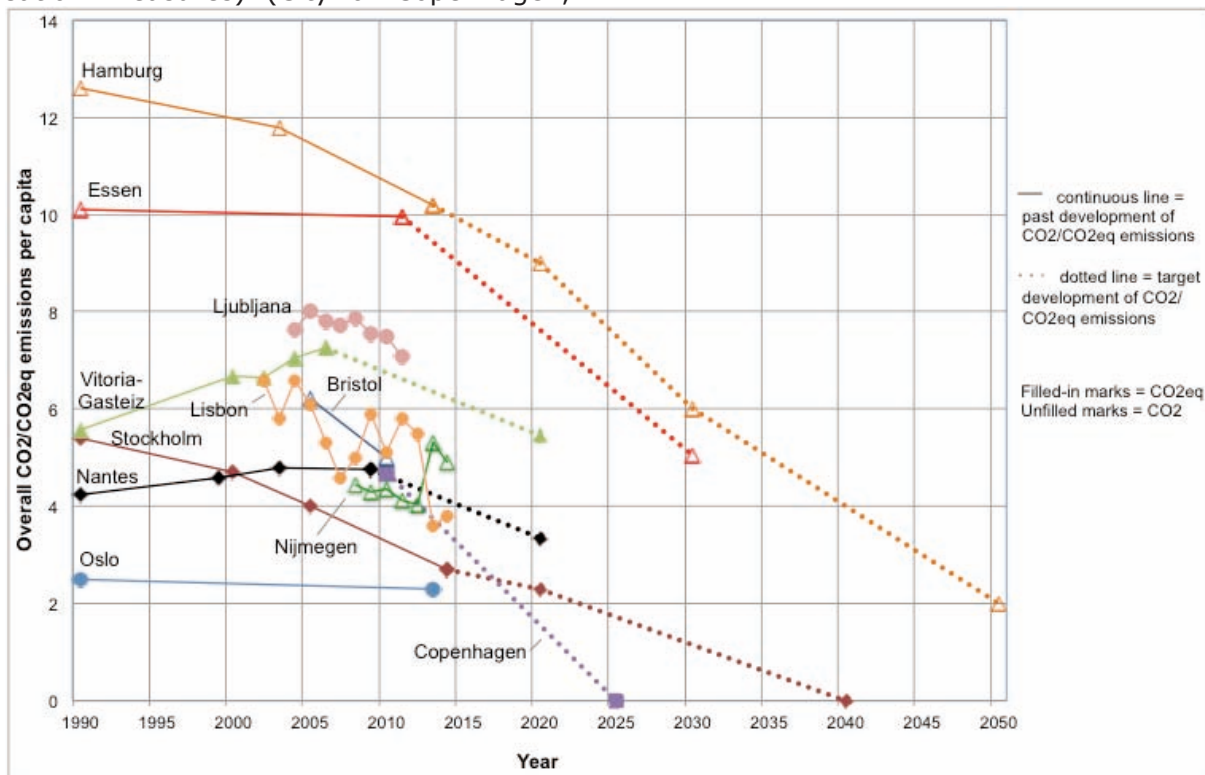
Some cities also have per capita emission reduction targets. Hamburg and Stockholm show the largest per capita emission reductions in their past development and aim for further reductions (figure 2). Copenhagen aims to reach complete climate neutrality by 2025 (including compensation measures) (City of Copenhagen,

2012, p. 14).

Bristol, Ljubljana, Nijmegen and Oslo do not have any per capita targets. For Copenhagen, the target “climate neutrality” was transferred to per capita target. For reaching “climate neutrality” in Copenhagen, also compensation measures are calculated (City of Copenhagen, 2012, p. 14). CO<sub>2</sub>eq emissions of Nantes refer to the metropolitan region of Nantes Métropole (24 cities). Sources: City applications documents.

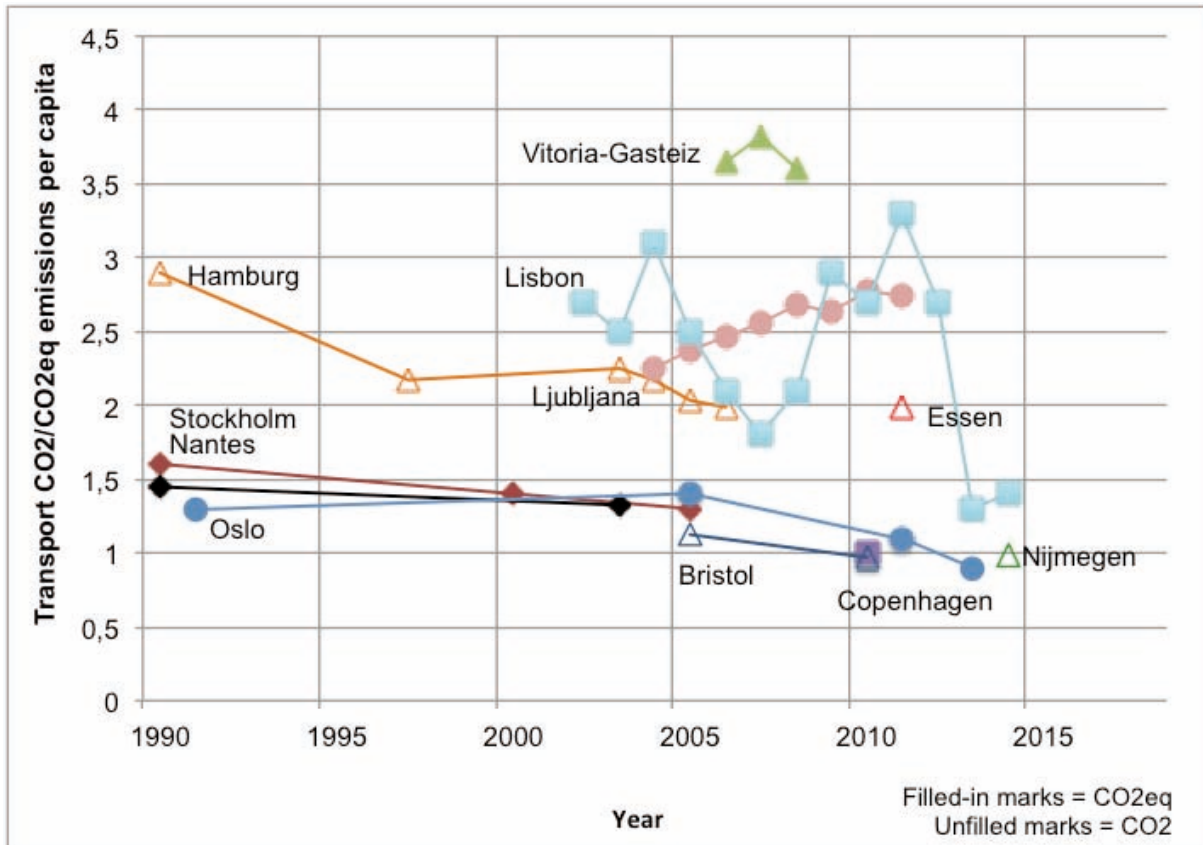
Data availability of transport per capita emissions varies between the different cities (figure 3). Some cities show decreasing transport per capita emissions (Bristol, Hamburg, Nantes, Oslo, Stockholm), other cities do not provide sufficient data to assess timely developments (Copenhagen, Essen, Nijmegen, Vitoria-Gasteiz).

Table 3 provides an overview of the different push and pull measures that the EGCs have reported to be implementing. Table 4 summarizes the main avoid, shift and improve measures of the eleven EGCs. All cities understand their transport actions as a contribution to reduce urban greenhouse gas emissions.



**Figure 2:** Per capita emissions of the European Green Capitals 2010-2020, past developments and future targets.





**Figure 3:** Per capita transport emissions of the European Green Capitals 2010-2020. Sources: City applications.

Strategy	Push or pull	Measure	Stockholm	Hamburg	Vitoria-Gasteiz	Nantes	Copenhagen	Bristol	Ljubljana	Essen	Nijmegen	Oslo	Lisbon
Avoid	Pull	Land recycling		X				X		X		X	
Avoid	Pull	Inner development		X				X					
Avoid	Pull	Density	X					X				X	
Avoid	Pull	Mixed-use development	X			X							
Shift	Push	Traffic calming / tempo 30 (or slower)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Shift	Push	Redistribution of urban space			X		X	X	X			X	X
Shift	Push	(Extended area of) parking fees			X	X	X			X		X	X
Shift	Push	Increased parking fees			X		X					X	
Shift	Push	Reduction or restricted number of parking lots	X		X	X		X	X			X	
Shift	Push	City toll / congestion charge	X									X	
Shift	Push	Car-free zones / zones with restricted car access			X				X		X	X	X
Shift	Pull	Public transport network extension	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Shift	Pull	More frequent public transport service			X	X	X	X		X		X	
Shift	Pull	Extended hours of public transport service		X						X			
Shift	Pull	Acceleration (for example priority bus lanes, priority at traffic lights)			X	X	X	X	X	X	X	X	
Shift	Pull	Public transport real-time information	X				X	X	X	X		X	X
Shift	Pull	Public transport accessibility (barrier-free design)			X	X			X	X			X
Shift	Pull	Upgrade and refurbishment of public transport stations/stops/tracks	X				X			X	X	X	
Shift	Pull	Integrated public transport tariffs/ tickets	X		X	X		X	X	X			X
Shift	Pull	Extension of park & ride facilities			X	X		X	X				X
Shift	Pull	Public transport communication and marketing	X	X	X		X		X	X			

Shift	Pull	Expansion of cycling infrastructure (e.g. paths, bridges)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Shift	Pull	Improved quality of cycling paths		X			X				X		X
Shift	Pull	Construction of fast cycling paths/ velo routes	X	X						X	X		
Shift	Pull	Additional/improved bicycle parking facilities	X	X	X	X			X		X		
Shift	Pull	Public bike sharing system	X	X	X	X	X		X	X		X	X
Shift	Pull	Opening of one-way-streets for cyclists		X					X	X			
Shift	Pull	Promotion of pedelecs/ electric bicycles				X				X		X	X
Shift	Pull	Communication for cycling	X	X	X	X	X	X	X	X			
Shift	Pull	Extension/improvement of pedestrian infrastructure	X	X	X		X	X	X				X
Shift	Pull	Qualitative improvement/ barrier free design of public space		X	X	X		X	X	X			X
Shift	Pull	Shared space			X	X			X				X
Shift	Pull	Mobility management											
Shift	Pull	Promotion of car sharing	X		X		X			X			X
Shift	Pull	Promotion of car pooling			X	X				X			
Improve	Push	Low emission zone			X	X				X			
Improve	Pull	Renewal and technical retrofit of the bus / municipal vehicle fleet	X	X		X	X		X	X	X	X	X
Improve	Pull	Promotion and installation of infrastructure for efficient and climate friendly vehicles	X		X		X	X	X	X		X	X
Improve	Pull	Dynamic traffic control / Intelligent Transport Systems (ITS)		X			X				X	X	X

**Table 3:** Transport measures implemented by the European Green Capitals 2010-2020.

	<b>Push approach: measures by cities</b>	<b>Pull approach: measures by cities</b>
<p><b>AVOID</b> transport volumes by reducing the number and length of trips</p>	None	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Land recycling and inner development; density and mixed-use development of large new construction areas (<i>Bristol, Hamburg, Stockholm</i>)</li> </ul>
<p><b>SHIFT</b> trips from motorized private transport to environmentally more friendly transport modes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo 30 (or slower) (<i>all cities</i>)</li> <li>• Redistribution of urban space from motorized private transport to environmentally more friendly transport modes (<i>Copenhagen, Ljubljana, Nantes, Vitoria-Gasteiz</i>)</li> <li>• Parking fees (extended areas, increased fees) (<i>Copenhagen, Lisbon, Vitoria-Gasteiz</i>)</li> <li>• Reduced number of parking lots (<i>Bristol, Copenhagen, Ljubljana, Oslo</i>)</li> <li>• City toll (<i>Oslo, Stockholm</i>)</li> <li>• Zones with restricted access for cars (<i>Lisbon, Ljubljana, Oslo, Vitoria-Gasteiz</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extension of public transport system, particularly through network extension, more frequent service, extended hours of service, acceleration, real-time information (<i>all cities</i>)</li> <li>• Public transport marketing through tariffs and advertisement (<i>Copenhagen, Essen, Vitoria-Gasteiz</i>)</li> <li>• Promotion of cycling (<i>all cities</i>), especially through expanded cycling path networks, improved cycling paths, new bicycle parking facilities; public bike rental services, cycling campaigns</li> <li>• Promotion of walking (<i>Copenhagen, Lisbon, Ljubljana, Nantes, Stockholm, Vitoria-Gasteiz</i>)</li> <li>• Mobility management (<i>Bristol, Essen, Nantes, Nijmegen</i>)</li> <li>• Qualitative improvement of public space (<i>Bristol, Lisbon, Ljubljana, Vitoria-Gasteiz</i>)</li> </ul>
<p><b>IMPROVE</b> vehicle efficiency and way of driving of motorized private transport and public transport</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Low emission zone (<i>Copenhagen, Essen, Lisbon, Stockholm</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renewal and technical retrofit of the bus / municipal vehicle fleet (<i>Essen, Hamburg, Ljubljana, Stockholm</i>)</li> <li>• Promotion and installation of infrastructure for efficient and climate friendly vehicles (<i>Lisbon, Oslo, Stockholm, Vitoria-Gasteiz</i>)</li> </ul>

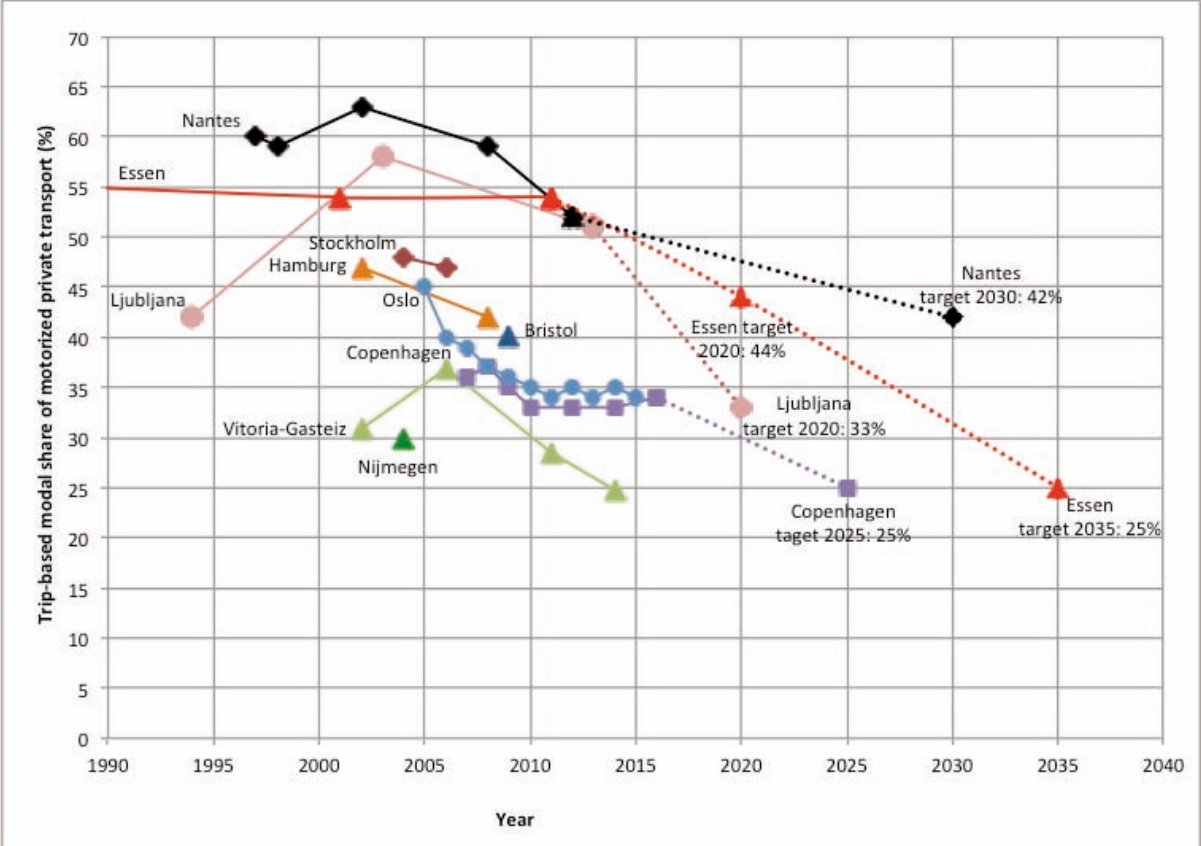
**Table 4:** Push and pull approaches of the European Green Capitals 2010-2020.

The strategy of traffic avoidance is pursued particularly in Stockholm and Hamburg by applying the concept of a “city of short distances” in large-scale new building and land recycling projects, where high density and mixed-use settlement structures are realized. So far, there are no concepts that aim at avoiding transport by rebuilding or reorganizing existing urban districts.

The strategy to shift motorized individual transport to environmentally more friendly transport modes (walking, cycling, public transport) is pursued by all eleven cities. For this purpose, all cities pursue a combined push and pull approach with incentives for environmentally friendly transport modes and stringent restrictions against motorized private transport. A wide range of measures is implemented. All eleven cities have clear concepts to expand the urban public transport system and to promote cycling. Most cities have explicit strategies to promote walking. All eleven cities flank their improved sustainable mobility options by restrictive measures against motorized private transport in different ways and to different extend.

In all cities, data about the urban modal split is available. In some cities, the modal split has been monitored for quite a long time period. In some cities, modal split data demonstrates that the implemented measures have lead to considerable reductions of the modal share of urban car use (Hamburg, Nantes, Oslo, Vitoria-Gasteiz) (see figure 4). Some cities have concrete, operationalized mid-term modal shift targets. Modal spilt targets are formulated either for all transport modes (Copenhagen, Essen, Ljubljana, Nantes) or for specific transport modes (e.g. for cycling in Hamburg, Nantes, Oslo, Vitoria-Gasteiz).

The strategy of technical or organizational transport improvements is – to different degrees – pursued by all eleven cities for motorized private transport and public transport.



**Figure 4:** Modal share of motorized private transport of the eleven European Green Capitals 2010-2020. Lisbon is not included in the figure because only modal split data for commuting trips are available. Sources: City applications and documents.

## 4 Discussion and Conclusions

This section aims to reflect upon the benefits and limitations of this analysis and ask the question what further steps should be taken by research, policy and practice for learning purposes.

A benefit of the analysis is that for the first time a descriptive outline (“big picture”) of the city concepts of the eleven EGCA winner cities is available regarding sustainable and climate-friendly urban transport. The authors argue that the analysis provides solid up-to-date information about the city strategies, policies and – if data is available for a long enough time – about actual city developments regarding core indicators like the urban modal split and transport greenhouse gas emissions. It is the merit of the competition that information about the sustainability actions of local governments, that can be considered leading in sustainable urban development in Europe, is freely accessible on the internet in English language and thus available for analysis. Without the competition, this information might not be accessible, for example due to language barriers if official documents are available only in national languages. Certainly, not all of the eleven cities can be considered leading in sustainable urban mobility, as mobility is only one part of the competition. Nevertheless, the jury explicitly mentioned transport actions as reasons for choosing five of the eleven cities as EGCs (Bristol, Copenhagen, Ljubljana, Nijmegen, Oslo).

Limitations are that the analysis provides a rather rough overview of the range of measures implemented than detailed information about each measure, because the city applications are kept short due to a word limit. It often remains unclear to what extent measures have been implemented (small or large scale). It cannot be examined if the information provided by the cities is correct and complete. Here, the authors have to trust in the rightness of the city applications. Another limitation is that information provided as part of a city competition describes, as it is in the nature of things, only one-sidedly the sustainable urban transport policies. Information about weaknesses and counteracting practices are – needless to say – not re-

ported (Giffinger et al. 2010, p. 300; Macmillen & Stead, 2014, p. 81).

Award schemes like EGCA aim to contribute to intra- and inter-organizational knowledge transfer (Bovaird & Löffler, 2009, p. 384). Research acknowledges that, generally, knowledge sharing tools which include elements of comparison, such as awards, benchmarking, city rankings and good/best practices, may “indeed help to move forward the transport policy agenda” (Gudmundsson, 2005, p. 669 relating to benchmarking, see furthermore Bovaird & Löffler, 2009, Drew, 1997, Giffinger et al., 2007, Macmillen & Stead, 2014). In order to increase knowledge generation effects of the EGCA analysis, further steps should be taken by research, policy and practice:

(1) Research should extend this descriptive analysis of “what” transport concepts the EGCA cities have realized by analyzing “how” they have managed to do so. Studies should contextualize the EGCA cases into the political, administrative and cultural processes at work that have facilitated implementation (Bovaird & Löffler, 2009, p. 386, Macmillen & Stead 2014, p. 85). Studies should ask: What can we learn from the EGCA cities about success factors, strategies to overcome barriers and advantageous actor constellations?

(2) In practical terms, cities should organize and participate in knowledge sharing formats to learn about the “real practicalities” (Bovaird & Löffler, 2009, p. 397) and “unwritten lessons” (Marsden et al., 2011) of how ambitious transport strategies can be implemented, e.g. through the exchange of tacit knowledge about positive and negative implementation experiences (Ammons & Roenigk, 2014, pp. 311, McGuinness et al, 2012, p. 7). Knowledge sharing formats should investigate what other European cities can learn from the EGCs. What is transferable and what is too different to learn from each other, particularly in the highly complex field of transport policy (Gudmundsson, 2005, p. 669 & 686, Macmillen & Stead, 2014, p. 80)? The European Commission should support such mutual learning processes. Suitable exchange formats can be dialogue platforms and twin conferences, site visits and peer-



to-peer exchange (Ammons & Roenigk, 2014, p. 325, Bovaird & Löffler, 2009, p. 385 & 397, Giffinger et al., 2007, p. 10, Marsden et al., 2011, McGuinness et al., 2012, p. 7).

(3) Besides analyzing the relatively sustainable transport concepts of the EGCA winner cities, research and policy should likewise analyze the absolute dimensions of change needed in cities to reach normative targets (Drew, 1997, p. 429, Macmillen & Stead, 2014, p. 85), such as the decarbonization target to keep "the increase in the global average temperature to well below 2°C above pre-industrial levels and pursuing efforts to limit the temperature increase to 1.5°C above pre-industrial levels" (Paris Agreement, see UNFCCC, 2015, p. 3) and air quality standards for urban health protection (EU Directive 2008/50/EC; World Health Organization 2006). So far, it has not yet been sufficiently answered what change is required in terms of modal shift, avoid-shift-improve-measures and rates of change (scale and pace) to reach such ambitious targets.

Author details:

Corresponding author:

Miriam Müller

Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy

Division Energy, Transport and Climate Policy

Döppersberg 19

42103 Wuppertal

Germany

Tel.: +49 202 2492 265

E-Mail:

[miriam.mueller@wupperinst.org](mailto:miriam.mueller@wupperinst.org)

ORCID: 0000-0002-9634-3600

Co-author:

Prof Oscar Reutter

Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy

President's Unit

Döppersberg 19

42103 Wuppertal

Germany

Tel.: +49 202 2492 267

E-Mail:

[oscar.reutter@wupperinst.org](mailto:oscar.reutter@wupperinst.org)

## References:

BBC (2008). Bristol named first cycling city. 19 June 2008. [http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk\\_news/england/bristol/somerset/7462791.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/england/bristol/somerset/7462791.stm).

Banister, D (2011). Cities, mobility and climate change. *Journal of Transport Geography* 19 (2011), 1538-1546. doi:10.1016/j.jtrangeo.2011.03.009 <http://faculty.fiu.edu/~revellk/pad3800/Banister.pdf>.

Bertolini, L, le Clercq, F (2003). Urban Development without more Mobility by Car? Lessons from Amsterdam, a Multimodal Urban Region. *Environment and Planning A*, 35(4), 575-589. DOI:10.1068/a3592

Bratzel, S (1999). Conditions of success in sustainable urban transport policy – Policy change in 'relatively successful' European cities. *Transport Reviews*, 19(2), 177-190.

Buehler, R, Pucher, J (2011). Sustainable Transport in Freiburg: Lessons from Germany's Environmental Capital. *International Journal of Sustainable Transportation*, 5(1), 43-70. <https://doi.org/10.1080/15568311003650531>

Buehler, R, Pucher, J, Altshuler, A (2016a). Vienna's path to sustainable transport. *International Journal of Sustainable Transportation*, 11(4), 257-271. <https://doi.org/10.1080/15568318.2016.1251997>

Buehler, R, Pucher, J, Gerike, R, Götschi, T (2016b). Reducing car dependence in the heart of Europe: lessons from Germany, Austria, and Switzerland. *Transport Reviews*, 37(1), 4-28. <https://doi.org/10.1080/01441647.2016.1177799>

City of Bristol (2012a). Section 1 Local Contribution to Global Climate Change. Bristol's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2013/06/Indicator-1-Climate-Change\\_BRISTOL.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2013/06/Indicator-1-Climate-Change_BRISTOL.pdf).

City of Bristol (2012b). Section 2 Local Transport. Bristol's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2013/06/Indicator-2-Local-Transport\\_BRISTOL1.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2013/06/Indicator-2-Local-Transport_BRISTOL1.pdf).

City of Copenhagen (2011a). 1. Local contribution to global climate change. Copenhagen's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2012/07/Section-1-Local-contribution-to-climate-change\\_Copenhagen.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2012/07/Section-1-Local-contribution-to-climate-change_Copenhagen.pdf).

City of Copenhagen (2011b). 2. Local transport. Copenhagen's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2012/07/Section-2-Local-transport\\_Copenhagen.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2012/07/Section-2-Local-transport_Copenhagen.pdf).

City of Copenhagen (2011c). 5. Quality of local ambient air. Copenhagen's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2012/07/Section-5-Air-Quality\\_Copenhagen.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2012/07/Section-5-Air-Quality_Copenhagen.pdf).

City of Copenhagen (2011d). 6. Noise pollution. Copenhagen's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2012/07/Section-6-Noise-pollution\\_Copenhagen.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2012/07/Section-6-Noise-pollution_Copenhagen.pdf).

City of Copenhagen (2012). CPH 2025 Climate Plan. <https://stateofgreen.com/files/download/1901>.

City of Copenhagen (2015a). Co-Crete Copenhagen. Technical and Environmental Administration. Copenhagen. [https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEWj67cuSwPDZAhWRPFAKHAlIBvQQFggoMAA&url=http%3A%2F%2Fkk.sites.itera.dk%2Fapps%2Fkk\\_pub%2Fpdf%2F1534\\_0TdC5G2XZr.pdf&usq=AOvVaw3jIbSIzPB8hc5vmeVQaLJw](https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEWj67cuSwPDZAhWRPFAKHAlIBvQQFggoMAA&url=http%3A%2F%2Fkk.sites.itera.dk%2Fapps%2Fkk_pub%2Fpdf%2F1534_0TdC5G2XZr.pdf&usq=AOvVaw3jIbSIzPB8hc5vmeVQaLJw).

City of Copenhagen (2016). CPH 2025 Climate Plan. Roadmap 2017-2020. [http://kk.sites.itera.dk/apps/kk\\_pub2/pdf/1586\\_0kE7bzR28V.pdf](http://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1586_0kE7bzR28V.pdf).

City of Essen (2014a). Section 01: Climate change: mitigation and adaptation. Essen's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2015/06/01\\_Application-EGC-2017\\_Climate-Change\\_ESSEN.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2015/06/01_Application-EGC-2017_Climate-Change_ESSEN.pdf).

City of Essen (2014b). Section 02: Local transport. Essen's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2015/06/02\\_Application-EGC-2017\\_Local-Transport\\_ESSEN.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2015/06/02_Application-EGC-2017_Local-Transport_ESSEN.pdf).

City of Essen (2014c). Section 06: Quality of the acoustic environment. Essen's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2015/06/06\\_Application-EGC-2017\\_Acoustic-Environment\\_ESSEN.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2015/06/06_Application-EGC-2017_Acoustic-Environment_ESSEN.pdf).

City of Hamburg (2008a). 1. Local contribution to global climate change. Hamburg's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/05/EGC-application\\_Hamburg\\_dec08\\_01.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/05/EGC-application_Hamburg_dec08_01.pdf).



City of Hamburg (2008b). 2. Local transport. Hamburg's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/05/EGC-application\\_Hamburg\\_dec08\\_02.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/05/EGC-application_Hamburg_dec08_02.pdf).

City of Hamburg (2009). Hamburg. Application for the title as European Green Capital. Christian Maaß, State Secretary for Urban Development and the Environment, Free Hanseatic City of Hamburg. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/04/hamburg\\_presentation1.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/04/hamburg_presentation1.pdf).

City of Hamburg (2016). Hamburg – European Green Capital: 5 Years On. The City takes it further. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/04/Hamburg-EGC-5-Years-On\\_web.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/04/Hamburg-EGC-5-Years-On_web.pdf).

City of Lisbon (2017a). 1. Climate Change: Mitigation. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2018/07/Indicator\\_1\\_Lisbon\\_EN.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2018/07/Indicator_1_Lisbon_EN.pdf).

City of Lisbon (2017b). 3. Sustainable Urban Mobility. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2018/07/Indicator\\_3\\_Lisbon\\_EN.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2018/07/Indicator_3_Lisbon_EN.pdf).

City of Ljubljana (2013a). 1. Climate change: Mitigation & Adaptation. Ljubljana's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2014/07/Indicator\\_1\\_Ljubljana\\_20163.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2014/07/Indicator_1_Ljubljana_20163.pdf).

City of Ljubljana (2013b). 2. Local transport. Ljubljana's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2014/07/Indicator\\_2\\_Ljubljana\\_2016.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2014/07/Indicator_2_Ljubljana_2016.pdf).

City of Ljubljana (2015). Modal Split data of 2013. Information received from the City of Ljubljana by e-mail on 10 September 2015.

City of Nantes (2010a). chap 01 Local Contribution to Global Climate Change. Nantes' application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/05/EGCNantesUKChap1-F.pdf>.

City of Nantes (2010b). chap 02 Local Transport. Nantes' application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/05/EGCNantesUKChap2-F.pdf>.

City of Nantes (2014). A review of 2013, Nantes European Green Capital. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/04/bilan\\_nantes\\_green\\_capital\\_EN.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/04/bilan_nantes_green_capital_EN.pdf).

City of Nijmegen (2015a). 1. Climate change: Mitigation & Adaptation. Nijmegen's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2016/12/Indicator-1-Mitigation-and-Adaptation\\_Nijmegen-2018-revised.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2016/12/Indicator-1-Mitigation-and-Adaptation_Nijmegen-2018-revised.pdf).

City of Nijmegen (2015b). 2. Local transport. Nijmegen's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2016/12/Indicator-2-Local-Transport\\_Nijmegen-2018-revised.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2016/12/Indicator-2-Local-Transport_Nijmegen-2018-revised.pdf).

City of Nijmegen (2015c). Nijmegen 4evergren! City introduction of Nijmegen's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2016/12/Introduction\\_Nijmegen-2018.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2016/12/Introduction_Nijmegen-2018.pdf).

City of Oslo (2016a). 1. Climate change: Mitigation & Adaptation. Oslo's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2017/06/Indicator\\_1\\_Climate-Change\\_Mitigation\\_and\\_Adaptation.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2017/06/Indicator_1_Climate-Change_Mitigation_and_Adaptation.pdf).

City of Oslo (2016b). 2. Local transport. Oslo's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2017/06/Indicator\\_2\\_Local-Transport.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2017/06/Indicator_2_Local-Transport.pdf).

City of Oslo (2016c). 2. Local transport. Oslo's application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2017/06/Indicator\\_2\\_Local-Transport.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2017/06/Indicator_2_Local-Transport.pdf).

City of Stockholm (2008). Stockholm Stad. Application for European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/04/Stockholms-application-for-European-Green-Capital-revised-version.pdf>.

City of Stockholm (2015). Stockholm – the first European Green Capital. Stockholm's Five Year Report. Retrieved from European Green Capital Award website: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/04/Stockholm-First-European-Green-Capital-.pdf>.

City of Vitoria-Gasteiz (2010). European Green Capital Award 2012-2013. Vitoria Gasteiz. Vitoria-Gasteiz' application for the European Green Capital Award. Retrieved from European Green Capital Award website: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/04/European-Green-Capital-Award-2012-13-nuevo-estandar.pdf>.

City of Vitoria-Gasteiz (2015). 2014 Vitoria-Gasteiz Mobility Survey - analysis of the results. Centro de Estudios Ambientales CEA, Casa de la Dehesa de Olárizu s/n (Ed.), Vitoria-Gasteiz. <http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidos-Estaticos/adjuntos/es/04/47/60447.pdf>.

Creutzig, F, Mühlhoff, R, Römer, J (2012). Decarbonizing urban transport in European cities: four cases show high co-benefits. *Environmental Research Letters* 7 (2012). doi:10.1088/1748-9326/7/4/044042. <http://iopscience.iop.org/1748-9326/7/4/044042>.

Giffinger, R, Fertner, C, Kramar, H, Meijers, E (2007). City-ranking of European Medium-Sized Cities. [http://www.smart-cities.eu/download/city\\_ranking\\_final.pdf](http://www.smart-cities.eu/download/city_ranking_final.pdf).

Giffinger, R, Haindlmaier, G, Kramar, H (2010). The role of rankings in growing city competition. *Urban Research & Practice*, 3(3), 299-312, DOI: 10.1080/17535069.2010.524420. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/17535069.2010.524420?needAccess=true>.

Gudmundsson, H, Wyatt, A, & Gordon, L (2005). Benchmarking and Sustainable Transport Policy: Learning from the BEST Network. *Transport Reviews*, 25(6), 669-690, November 2005. <https://doi.org/10.1080/01441640500414824>

Gudmundsson, H (2015). The European Green Capital Award. Its Role, Evaluation Criteria and Policy Implications. Toshi Keikaku, 64(2). Publisher's PDF. Retrieved from: [http://orbit.dtu.dk/files/110724430/313\\_Henrik\\_T2.pdf](http://orbit.dtu.dk/files/110724430/313_Henrik_T2.pdf).

Kindhäuser, A (2001). Bedingungen und Faktoren nachhaltiger Verkehrspolitik: drei kommunale Fallstudien. Dissertation at the Universität Gesamthochschule Essen. Berlin.

Marsden, G, Frick, KT, May, AD and Deakin, E (2011). How do cities approach policy innovation and policy learning? A study of 30 policies in Northern Europe and North America. *Transport Policy*, 18(3). 501 - 512. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.10.006>.

PRACSIS (2016). Jury Report – European Green Capital Award 2018. June 2015. European Green Capital Secretariat. Retrieved from European Green Capital Award website: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2013/02/EGCA-Jury-Report.pdf>.

RPS Group Limited (2009). The Jury's Conclusions for the European Green Capital Award of 2010 and 2011. 29 January 2009. European Green Capital Secretariat. Retrieved from European Green Capital Award website: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/05/Jury-Report-Award-Cycle-2010-2011.pdf>.

RPS Group Limited (2012). Jury Report for the European Green Capital Award 2014. July 2012. European Green Capital Secretariat. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2012/06/MDR-0763Rp00018-Jury-Report-2014\\_For-web.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2012/06/MDR-0763Rp00018-Jury-Report-2014_For-web.pdf).

RPS Group Limited (2013). Jury Report for the European Green Capital Award 2015. June 2013. European Green Capital Secretariat. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2012/06/Jury-Report-2015-Award-Cycle\\_F02.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2012/06/Jury-Report-2015-Award-Cycle_F02.pdf).

RPS Group Limited (2014). Jury Report – European Green Capital Award 2016. June 2014. European Green Capital Secretariat. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2013/02/2016-EGCA\\_Jury-Report\\_June-2014\\_Final.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2013/02/2016-EGCA_Jury-Report_June-2014_Final.pdf).

RPS (2015). Jury Report – European Green Capital Award 2017. June 2015. European Green Capital Secretariat. Retrieved from European Green Capital Award website: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2012/06/2017-EGCA-Jury-Report.pdf>.

RPS Group Limited (2017). Jury Report 2019. June 2017. European Green Capital Secretariat. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2013/02/EGCA\\_2019\\_Jury\\_Report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2013/02/EGCA_2019_Jury_Report.pdf).

RPS Group Limited (2018a). Jury Report. 2020. Retrieved from European Green Capital Award website: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2013/02/EGCA\\_2020\\_Jury\\_Report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2013/02/EGCA_2020_Jury_Report.pdf).

RPS Group Limited (2018b). 2013 – Nantes [html]. Retrieved from: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/winning-cities/2013-nantes/>.

RPS Group Limited (2018c). 2012 – Vitoria Gasteiz [html]. Retrieved from: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/winning-cities/2012-vitoria-gasteiz/>.

Sims R, Schaeffer R, Creutzig R, Cruz-Núñez X, D'Agosto M, Dimitriu D, Figueroa Meza MJ, Fulton L, Kobayashi S, Lah O, McKinnon A, Newman P, Ouyang M, Schauer JJ, Sperling D, and Tiwari G, (2014). Transport. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O, Pichs-Madruga R, Sokona Y, Farahani E, Kadner S, Seyboth K, Adler A, Baum I, Brunner S, Eickemeier P, Kriemann B, Savolainen J, Schlömer S, von Stechow C, Zwickel T and Minx JC (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_chapter8.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_chapter8.pdf).

SPD, Bündnis 90/Die Grünen (2015). Zusammen schaffen wir das moderne Hamburg. Koalitionsvertrag über die Zusammenarbeit in der 21. Legislaturperiode der Hamburgischen Bürgerschaft zwischen der SPD, Landesorganisation Hamburg und Bündnis 90/Die Grünen, Landesverband Hamburg. <http://www.hamburg.de/contentblob/4479010/0e0dc965584486bf76aa1a974471f843/data/download-koalitionsvertrag-2015.pdf>.

UNFCCC (2015). Paris Agreement. United Nations, Paris. [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf).

Wikimedia Commons (2017). Blank map Europe coloured. By user mjchael. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blank\\_map\\_europe\\_coloured.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blank_map_europe_coloured.svg), published under the Creative Commons Attribution-Share Alike 2.5 Generic license: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/deed.en>.

World Health Organization (2006). WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment. Geneva. [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_eng.pdf;jsessionid=9C3DFE429C6FD040635BEE5765857FC6?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf;jsessionid=9C3DFE429C6FD040635BEE5765857FC6?sequence=1).

# Course change: Navigating urban passenger transport toward sustainability through modal shift

Miriam Müller  and Prof Oscar Reutter

Mobility and Transport Policy, Division Energy, Transport and Climate Policy, Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, Wuppertal, Germany

## 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> emissions.

## ARTICLE HISTORY

Received 22 November 2018  
Revised 16 April 2021  
Accepted 16 April 2021

## KEYWORDS

Modal shift scenarios; integrated land-use, transport model; urban passenger transport; CO<sub>2</sub> emission mitigation; transition theory

## 1. Introduction


Humanity has to act in an unprecedented fast way to combat climate change. So far, human activities have already caused approximately 1.0 °C of global warming and we are heading toward 3 to 4 degrees by the end of the century if we do not increase and accelerate actions now (IPCC, 2018). Climate change as one core “planetary boundary” that delineates the environmental limits within which humanity can safely operate (Rockström et al., 2009) has already been crossed in 2015 (Steffen et al., 2015). Staying within the 1.5 °C limit is essential to prevent dangerous and irreversible threats of global warming to ecosystem and humankind (IPCC, 2018). However, the current global and German CO<sub>2</sub> emission reduction commitments and actions are not even sufficient to stay within the 2 °C limit (IPCC, 2018; SRU, 2019). This underlines the very urgent need for energy system changes – also in urban passenger transport. Taalas & Msyua put in a nutshell by saying: “Every bit of warming matters, every year matters, every choice matters” (IPCC, 2018, p. vi).

One central strategy to make urban passenger transport more sustainable and climate friendly is modal shift, i.e.

shifting car traffic to the environmentally friendly transport modes (walking, cycling, public transport; complementary car sharing) that needs to be implemented in integrated approaches with traffic avoidance and improving transport efficiency (avoid-shift-improve) (Sims et al., 2014, p. 603). Avoiding journeys can be achieved by, for example, densifying urban settlement structures, car pooling, utilizing information and communications technology and home office. Shifting traffic can be encouraged by push and pull measures: Push measures are restrictive against car use and aim to make car driving less attractive. Pull measures improve environmentally more friendly transport modes to reduce car dependency and to make alternatives to the car more attractive (Batty et al., 2015; Creutzig et al., 2012). Improved energy efficiency can be achieved by lowering energy intensity (MJ/passenger km) (e.g., enhancing vehicle and engine performance, using lightweight materials) and by reducing carbon intensity of fuels (CO<sub>2</sub>eq/MJ) (e.g., substituting oil-based products with natural gas, bio-methane, biofuels, electricity or hydrogen produced from low GHG sources) (Sims et al., 2014, p. 603).

Modal shift can be specifically well addressed in cities and urban areas (Zimmer et al., 2017), because cities have

CONTACT Miriam Müller  [miriam.mueller@wupperinst.org](mailto:miriam.mueller@wupperinst.org)

 Supplemental data for this article can be accessed online at <https://doi.org/10.1080/15568318.2021.1919796>.

© 2021 The Author(s). Published with license by Taylor and Francis Group, LLC

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



dense and mixed-use settlement structures and diversified mobility options and because modal shift measures are a classical field of action for policy makers at the local level (Müller & Reutter, 2020). Nevertheless, in most cities no major modal shift has been realized so far and the transport sector is considerably lacking behind in contributing its dutiful share to CO<sub>2</sub> emission reductions.

Considering the complex and very challenging task ahead of us to rapidly develop low carbon urban transport systems, there is relatively limited scientific knowledge about what this actually means for urban modal shift strategies. While many studies have investigated the potential effect of single modal shift measures or measure combinations on reducing car use and CO<sub>2</sub> emissions, there are three aspects that still appear under-researched.

1. Only few studies have analyzed modal shift measures in a deliberately ambitious and target-oriented approach that address the overall direction, scale and speed of change needed to effectively reduce urban CO<sub>2</sub> emissions – particularly regarding analyses for a specific region and a time frame until 2050.
2. Only few studies have analyzed a deliberately wide range of different modal shift measures, their relevance compared to each other and in relation to land-use (avoid) and efficiency (improve) measures, which is due to the inability of many models to adequately simulate interdependencies between measures and measure bundles like counter, synergy and rebound effects.
3. While it is common practice to use empirical data to underpin scenario studies, real-world knowledge is not commonly used to “bridge” insights gained from scenario analyses to real-world developments to estimate what course change appears to be necessary and feasible.

This paper aims to step into this open research gap. Using the theoretical framework of transition theory, the paper analyzes the direction, scale and speed of change needed in urban modal shift strategies for climate protection and urban sustainability reasons. The paper thinks backwards from the long-term goals of urban sustainability and the very challenging “well below 2 °C limit”, preferably 1.5 °C limit, to estimate the kind and scale of action needed already today (Raskin et al., 1998, 2002, 2010; Rotmans et al., 2001). The paper takes a three-step approach to provide target, transformation and system knowledge (Schneidewind, 2013) by 1. discussing the adequacy and feasibility of an ambitious modal split target (*target knowledge*); 2. developing modal shift measures that are assumed to be adequate to reach the proposed modal shift target (*transformation knowledge*); 3. estimating the modal shift and CO<sub>2</sub> emission reduction effects of these measures in explorative forecasting scenarios – overall and in relation to land-use (avoid) and efficiency (improve) measures (*system knowledge*).

The paper uses the highly complex integrated land-use transport (ILUT) model “Ruhr Region 2050” developed by

Spiekermann & Wegener, Urban and Regional Research (S&W), which allows to analyze a deliberately wide range of different modal shift measures. The measures are analyzed in a consequently ambitious approach for the Ruhr Metropolitan Region in Germany. Furthermore, the paper integrates a considerable amount of real-world knowledge from successful frontrunning cities (past modal shift developments, existing targets, good practice measure examples) to generate a holistic ‘big picture’ (Köhler et al., 2019) of the dimension of change that is needed and that appears feasible under the current socio-political conditions. By this approach, the paper aims to bring together profound scientific insights from the scenario and the real world to generate scientifically robust and societally relevant (Padmanabhan, 2018) knowledge to support sustainability transitions in urban passenger transport.

Section 2 provides a literature review regarding transition research (2.1), modal shift analyses (2.2) and the use of ILUT models for sustainability purposes (2.3). Section 3 describes the “starting conditions” of the Ruhr Metropolitan Region (political background, current state of urban passenger transport). Section 4 details the methods applied in the analysis. Section 5 presents the results. Section 6 discusses the results, its strengths and limitations, outlines further research needs, reflects upon actions to be taken in the Ruhr Metropolitan Region and concludes with further reaching thoughts about a fundamental course change to come about.

## 2. Literature review

### 2.1. Transition theory

The paper uses transition theory to focus research topic and analysis. Transition research seeks to better understand the dynamics and mechanisms of sustainability transitions and to support and accelerate societal transformation processes through knowledge-based navigation support (Loorbach et al., 2017). It emerged at the end of the 1990s with origins in the Netherlands and Western Europe (Grin et al., 2010). Over the last two decades, literature on transition theory has grown rapidly (Köhler et al., 2019) and transition research is entering mainstream policy by being recognized in policy-relevant strategy documents (European Environment Agency, 2019; Turnheim et al., 2020; WBGU, 2011).

Significantly reducing car use is a challenge that can be defined as a sustainability transition of urban transport, i.e., a radical socio-technical transformation process toward a sustainable society (Grin et al., 2010). Transition theory argues that for supporting fundamental societal change processes, system, target and transformation knowledge is needed (Bierwirth et al., 2017). Target knowledge provides visions, norms and concepts of a reasonable and appropriate destination that is operationalized in indicator-based targets (Wiek et al., 2006). Transformation knowledge sheds light on what is necessary “to realize the transition from the current to the target state” (Wiek et al., 2006, p. 744). From a transition theory perspective, the development and use of a portfolio of options is essential when there is a lot of uncertainty about which option is best “to avoid the danger of

getting locked into sub-optimal solutions” (Kemp et al., 2007, p. 4), which is why this paper analyzes a deliberately wide range of different modal shift measures. System knowledge includes insights on the problem situation, the functioning of the analyzed system and future knowledge of potential system developments (Kemp et al., 2007), for example through scenario analysis. The three steps of this paper aim to provide target, transformation and system knowledge to support sustainability transitions in the field of urban modal shift.

## 2.2. Modal shift

Modal shift targets are frequently reported in urban case studies (Buehler et al., 2017; Buehler & Pucher, 2011; Gössling, 2013), but have been less analyzed per se. Transition research considers missions and targets toward sustainability to be a “challenging but important topic that raises fundamentally political questions about defining collective priorities”. However, so far the transition research community “has done less research on policy missions and targets” (Turnheim et al., 2020, p. 118).

The available options to achieve substantial modal shifts are widely known (Batty et al., 2015; Santos et al., 2010). Numerous studies have analyzed the effects of single modal shift measures on reducing car use and CO<sub>2</sub> emissions (see [supplemental material](#) for central results). Scenario studies that analyze the effects of modal shift measure combinations in passenger transport have been conducted for different geographical scales, different policy options (avoid, shift, improve) and different policy intensities, using different methodological approaches (Cuenot et al., 2012; Hammadou & Papaix, 2015; Hensher, 2008; Hickman & Banister, 2007; International Energy Agency, 2009; Kii et al., 2014; Potter, 2007; Zhang & Zhang, 2018). Some studies have analyzed high-intensity measures to assess their potential to reach CO<sub>2</sub> emission reduction targets in both backcasting and forecasting scenarios (Conti, 2018; Creutzig et al., 2012; Hickman et al., 2010; Reutter & Reutter, 2016). The studies suggest that it is extremely difficult to reach CO<sub>2</sub> mitigation targets in passenger transport and that radical measures are needed that go far beyond usual current practices, covering land-use (avoid), modal shift and efficiency (improve) measures in an integrated approach. While efficiency measures are understood to bring about major contributions to carbon reductions, they are likewise seen critically due to possible rebound effects, socially and environmentally unsustainable use of critical raw materials, limited renewable energy capacities to supply all energy sectors, and their limited contribution to overall urban sustainability (e.g., air pollution, noise, accidents, land usage, urban living) (Hickman & Banister, 2007). Land-use measures have the potential to shorten trip distances and reduce car dependence through dense and mixed-use settlement structures (Hammadou & Papaix, 2015; Santos et al., 2010). However, their impact is rather small and slow, because the built environment cannot be changed easily (Aditjandra, 2013; Creutzig et al., 2012; Zhang & Zhang, 2018). Research underlines the need to use

more advanced and detailed transport models to analyze the potential of comprehensive policy packages and the complex interdependencies between policies (synergies, rebound effects) (Creutzig et al., 2012; Cuenot et al., 2012; Hickman et al., 2010).

## 2.3. Integrated land use transport (ILUT) models

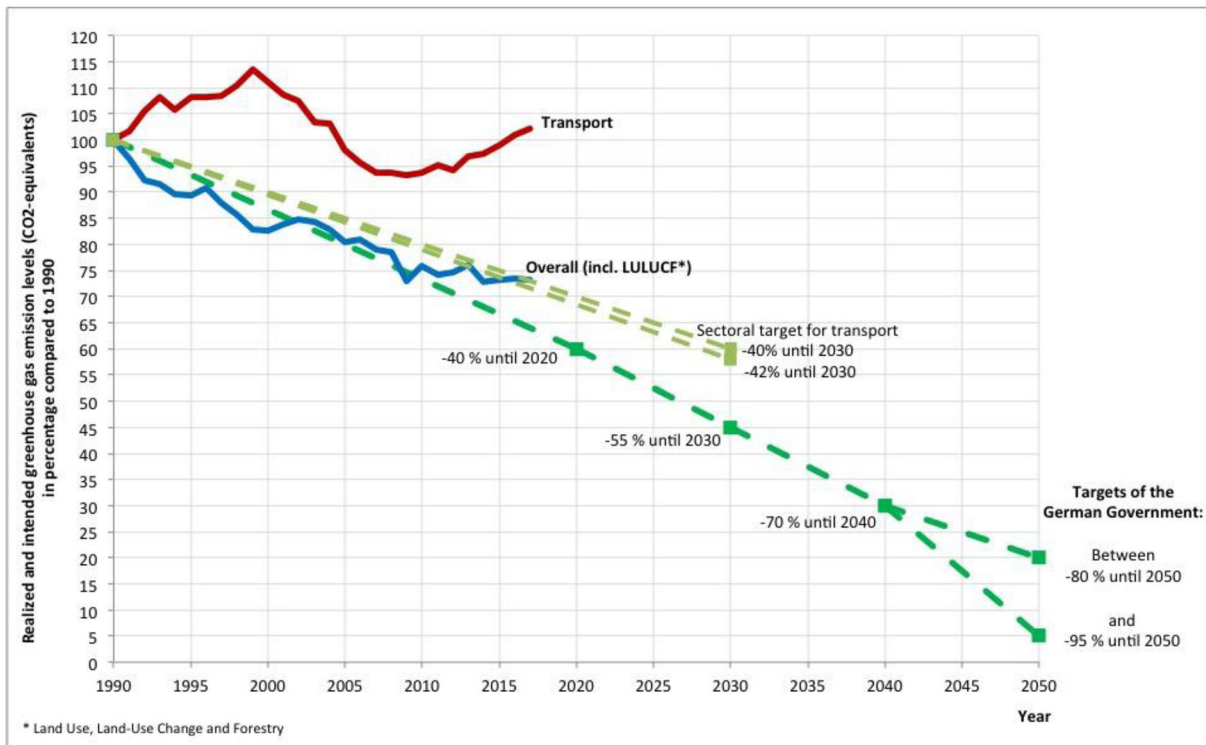
ILUT models simulate the reaction of households and individuals to urban system changes, which can be influenced by the model user by entering assumed policies, e.g., land-use and transport policies (Wegener, 2014).

The first ILUT model was the spatial-interaction or gravity model implemented by Lowry (1964). The model consists of two singly constrained spatial-interaction location models, a residential location model and a service and retail location model nested into each other. Spatial-interaction location models retain the original Lowry concept of modeling the location of human activities as destinations of trips using the production-constrained spatial-interaction model. Early operational examples of this kind are MEPLAN (Echenique, 1985), TRANUS (de la Barra, 1989) and PECAS (Hunt & Abraham, 2005). These models use a multi-industry, multi-regional input-output framework to predict the location of production and consumption in the urban regions. The second group of land-use transport models predicts the opportunity for spatial interactions called accessibility. Examples of operational accessibility-based location models are IRPUD (Wegener, 1982), RURBAN (Miyamoto & Kitazume, 1989), MUSSA (Martinez, 1996), DELTA (Simmonds 1999) and UrbanSim (Waddell, 2002).

The urban models sketched so far represent the main model types existing until the end of the 1960s. From then on, the urban modeling scene has become increasingly fragmented along two dividing lines: The first divide runs between equilibrium modeling approaches and models that attempt to capture the dynamics of urban processes. The second more recent divide runs between aggregate micro-analytic approaches and new microscopic agent-based models.

The IRPUD model applied in this paper integrates all of these advances in modeling technology. Its location submodels use advanced user-group specific spatial interaction models to take account of both land market and accessibility aspects of land market competition. It considers the dynamic evolution of urban markets by dividing the future into time periods of limited duration and it considers the diversity of consumer preferences by disaggregating household preferences by individual households in the housing market. That a similar disaggregation of preferences was not performed in the labor market, land market, market for nonresidential buildings and transport market (see section 4.2) was a limitation accepted for data about user preferences and computing speed considerations.

While a reasonable number of sophisticated ILUT models has been developed and applied to real-world environments (Hunt et al., 2005; Iacono et al., 2008; Kii et al., 2016; Moeckel et al., 2018; Wegener, 2004, 2019), it is an ongoing



**Figure 1.** Overall and transport greenhouse gas emissions in Germany and mitigation targets of the German Government (1990–2050).

Source: Reutter et al. (2013, p. 8), (updated in 2019).

Sources of data: Umweltbundesamt (2019a, 2019b, 2019c); BMUB (2016).

challenge to integrate environmental aspects (Acheampong & Silva, 2015; Ford et al., 2018; Wegener, 2018). This paper represents one of the early endeavors to use an ILUT model for analyzing mitigation options in an urban area. Preceding ILUT studies that analyzed sustainability aspects of passenger transport have focused on different topics and different geographical and time scales (Aditjandra (2013): land-use in a British metropolitan region 2000–2031; Kii et al. (2014): road pricing and land-use regulations in a simplified synthetic city; Hensher (2008): pricing strategies and public transport frequency in the Sydney metropolitan area 2010–2015). This paper extends former research by analyzing a deliberately wide range of different modal shift measures for the long time period 1990–2050 and their relation to land-use (avoid) and efficiency (improve) measures, which is possible by using the “sophisticated modeling system [of the Ruhr Area Model]” (Ford et al., 2018, p. 92).

### 3. Orientation: Where are we now?

#### 3.1. Political background: Reducing car use for climate protection

By April 2021, 191 of 197 Parties have ratified the Paris Agreement (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2021) that aims at “holding the increase in the global average temperature to well below 2 °C above pre-industrial levels and pursuing efforts to limit the temperature increase to 1.5 °C above pre-industrial levels” (UNFCCC, 2015, p. 3). Germany ratified in September 2016. In its Climate Action Plan, the German Federal Government

reaffirms its target set in 2010 to reduce CO<sub>2</sub> emissions by 40% until 2020, 55% until 2030 and 80% to 95% until 2050 compared to 1990 (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit [BMUB], 2016).

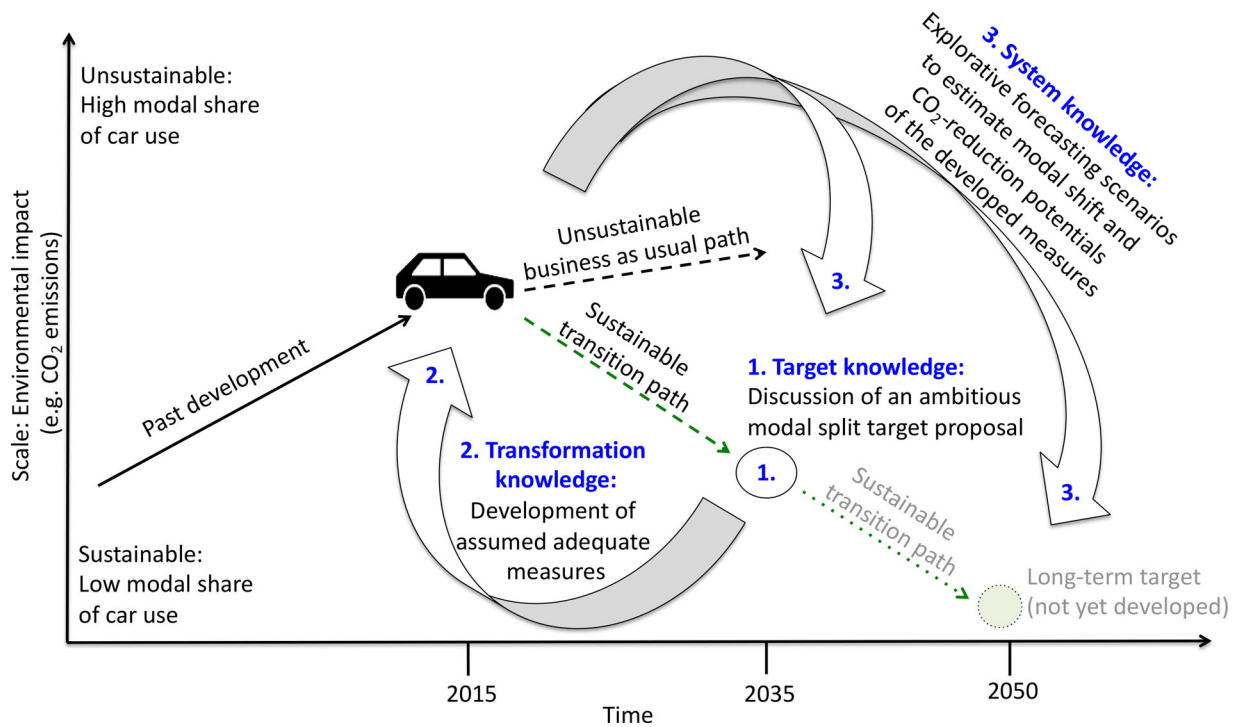
The transport sector causes about one fifth of overall direct CO<sub>2</sub> emissions in Germany – to the largest degree caused by car traffic on roads (61%) (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit [BMU], 2019b). The specific target for the transport sector is to reduce CO<sub>2</sub> emissions by 42 to 40% until 2030 compared to 1990 (BMU 2016). In 2019, the overall CO<sub>2</sub> emission reduction targets for 2030 and 2050 and the sector-specific targets entered a national climate protection law (Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG)).

Without taking effects of the Corona crisis into account, the German 2020 target to reduce CO<sub>2</sub> emissions by 40% compared to 1990 is expected to be missed by about 8 percentage points (BMU, 2019a). Whereas the overall energy-related greenhouse gas emissions of Germany were reduced by 27,7% by 2017 (BMU, 2019a), greenhouse gas emissions of the transport sector are currently higher than 1990 (+2,2% 1990–2017) (Umweltbundesamt, 2019a, p. 137) (Figure 1). This underlines that particularly in the transport sector, fast and effective counteractions are needed.

There is increasing scientific knowledge that more ambitious targets and significantly accelerated actions are needed due to the insufficient past CO<sub>2</sub> emission reductions and because current reduction ambitions will not even lead to stay within the 2 °C limit (IPCC, 2018; SRU, 2019). Several citizen movements claim that Germany needs to become climate neutral much sooner: by 2035 (e.g. Fridays for Future,







**Figure 3.** Methodological approach: Navigating toward sustainable urban passenger transport regarding direction, scale and speed of urban modal shift. Own figure; similar figures see Hickman & Banister (2007, p. 379) and Van Vuuren et al. (2015, p. 305) (which is also used in Geels et al., 2020).

to the mobility debate of the Ruhr Metropolitan Region for sustainability reasons but not yet been politically adopted. Targets should comply with the SMART criteria and be specific, measurable, ambitious, realistic and time-bound (Maxwell et al., 2015). The paper focuses on the question to what extent the proposed target can be considered to be “realistic” by relating it to past developments and future targets of selected real-world frontrunner cities.

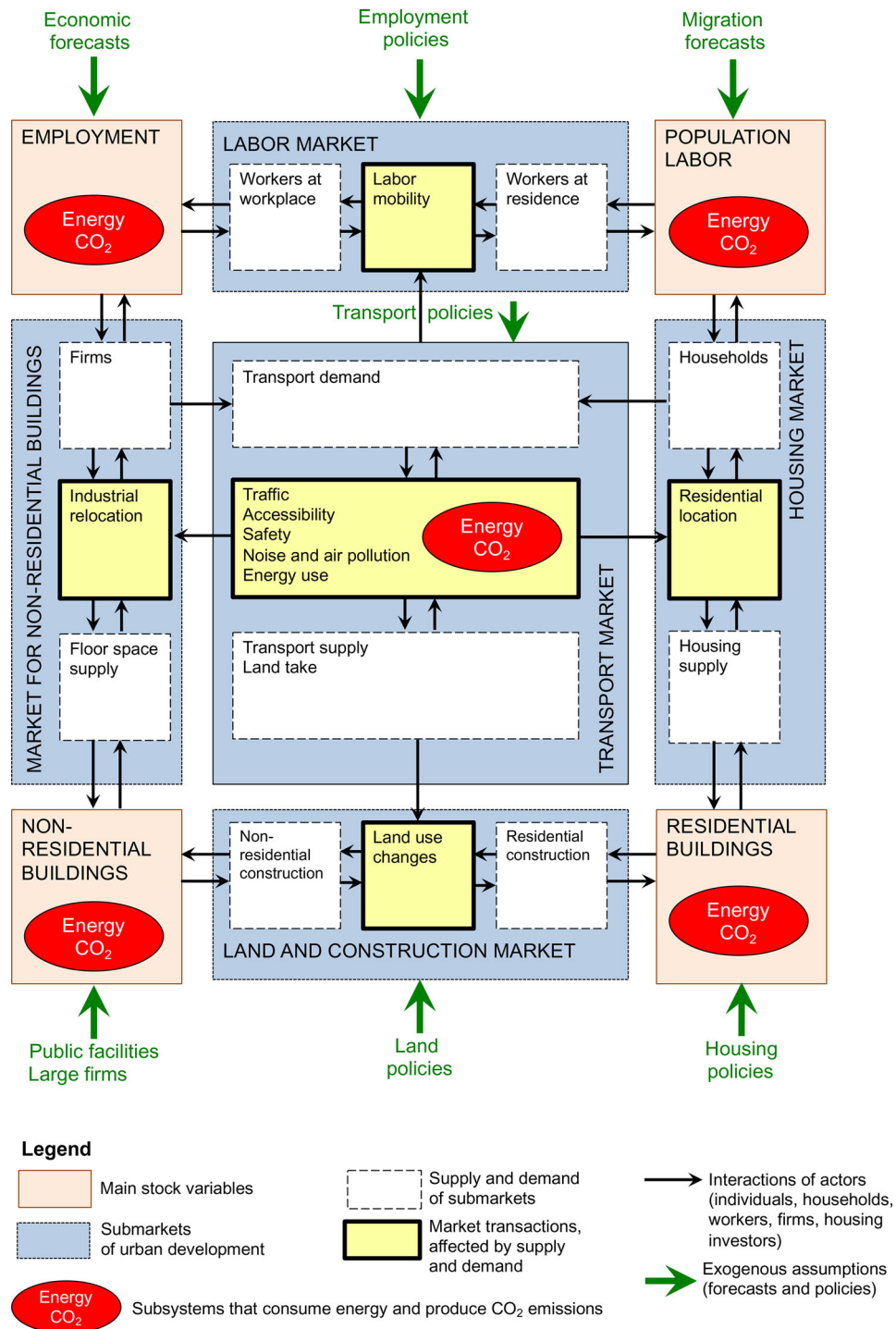
Second, a purposely wide range of modal shift measures are developed that are assumed to have the potential to reach the proposed modal shift target. The measures fall within the area of responsibility of regional and local stakeholders and reinforce EU and national transport policies through a regional approach. Furthermore, land-use (avoid) and efficiency (improve) measures are developed. The measures are developed in an expert approach (Wiek et al., 2006), i.e. by discussions among the research team members based on existing data and empirical research. Each measure is substantiated by at least one European “counterpart”-city (or region) that has already successfully realized a similarly ambitious measure. The city examples are used to substantiate the scenarios and to check their plausibility. The selected frontrunning cities are also used in steps 1 and 3, where their modal split developments are analyzed.

In the third step, the paper estimates the modal shift and CO<sub>2</sub> emission reduction potentials of the developed single measures and measure bundles by conducting explorative forecasting scenarios with the integrated land-use transport (ILUT) model “Ruhr Region 2050” developed by S&W. The paper juxtaposes selected modal shift modeling results to already successfully realized modal shifts in the city examples to provide a holistic picture of the direction, scale and speed of urban modal shift that appears feasible if politically

intended and to do a plausibility check of the scenario results. Wiek et al. argue that while “knowledge about the future is ‘non-verifiable’ in the conventional sense”, plausibility is a quality criterion for scenarios that generate future-oriented knowledge (2013, p. 135). Plausibility means that the futures described by the scenarios can be considered to be theoretically ‘occurable’ (“could happen”) and are not completely unthinkable (Kosow & Gaßner, 2008). So far, there is no scientific consensus on the concrete meaning or operationalization of plausibility for scenarios (Urueña, 2019). Wiek et al. (2013) propose a ‘retrospective’ plausibility check for constructing and evaluating future scenarios. They refer to the futurist quote “the future is already here – it’s just not very evenly distributed” (Emery, 1977; as cited on p. 138) and claim that scenario elements can be deemed plausible if similar events have occurred in the past or are still occurring, at the same location or elsewhere, under similar or different conditions, or if scenarios are at least substantiated by theoretic concepts (Wiek et al., 2013).

#### 4.2. Integrated Land use and transport model Ruhr 2050

The ILUT model “Ruhr Area 2050” covers the time period 1990 to 2050 (base year: 2015). The model is a further development of the IRPUD ILUT model that has originally been developed since 1977 for the city region of Dortmund and applied in several research projects (Beckmann et al., 2007; Fiorello et al., 2006; Lautso et al., 2004; Spiekermann & Wegener, 2005). The model analyzes the complex interactions of developments in demography, economy, land use, transport and the environment in the Ruhr Metropolitan



**Figure 4.** Subsystems of the integrated Ruhr Area model.

Source: Wegener (2018, p. 5); Schwarze et al. (2017, p. 13); color changes and slight amendments

Region from 1990 to 2050, based on large data sets and long computing times (Wegener, 2020).

All scenarios are modeled with two different assumptions about energy price developments, because energy prices impact the effectiveness of measures: moderate increases (fuel prices increase 1% per year; A-scenarios) and high increases (4% per year; B-scenarios). The business-as-usual scenarios (A-/B-BAU) show the developments that are most likely to occur if all ongoing trends and developments continue until 2050. Measures mainly come into action in 2020; some are gradually intensified at later stages.

The following sections outline the modeling methodology of the ILUT model Ruhr 2050 (for a detailed explanation see Wegener, 2018).

#### 4.2.1. Rationale and structure of the model

The model endogenously simulates the behavior (e.g., land-use, mobility decisions) of private actors (persons, households, companies) as a reaction to urban developments that can be exogenously influenced by the model user through entering assumed public planning policies in the policy



fields of economic promotion, housing, public facilities and transport (Schwarze et al., 2017). The model estimates the resulting effects on land use, transport and the environment in the Ruhr Metropolitan Region. The model simulates a rational behavior of private actors, which is guided by preferences and group-specific constraints (legal, economic, informational). For modeling travel behavior, three quantitative indicators are used: travel time, travel costs and a comfort factor. The comfort factor is qualitatively estimated for each transport mode and considers aspects that influence the use of a transport mode, such as physical efforts, weather dependency and subjective safety perceptions (Schwarze et al., 2017). The model assumes that individuals try to maximize the number of destinations that can be reached within their given money and travel time budgets. This leads to more and longer trips if travel is fast and cheap and less and shorter trips if environmental policies make mobility slower and more expensive.

The model subdivides the Ruhr Metropolitan Region into 687 internal zones and 134 external zones surrounding the Ruhr Area. Multimodal transport networks interconnect these zones with each other. Figure 4 is a schematic representation of the most important model components. The model consists of six interconnected submodels (transport, ageing, public programs, private construction, labor market, housing market), which are calculated in cyclical sequences. The transport model calculates four different trip purposes (work, shopping, services/social and education trips) of four socioeconomic groups for four travel modes (car, public transport, cycling, walking) in three-year-steps. Mobility decisions of individuals and households (car ownership, number of trips, travel distances, mode and route choice) react to the development of traveling time and costs, costs for owning a car, energy prices and household budgets. Equilibrium of the transport network is generated as a reaction to congestion (Wegener, 2018).

#### 4.2.2. Model data

The model integrates four data groups: model parameters (e.g., demography, households, housing, land-use, transport, income/costs, preferences), regional data (economic and demographic development of the region), zonal data (distribution of urban structures in the base year of the simulation 1990) and regional transport network data (past and assumed future developments) (Wegener, 2018). 1987 census data is used for the base year (1990). Digital geodata is used for zonal information, e.g., regional and urban land-use maps. For the transport network, information is used from official open data city maps, OpenStreetMap and digital public transport timetables (Brosch et al., 2014).

#### 4.2.3. Calibration and validation

The model is calibrated by using empirical structural data from the past (see section 4.2.2). Parts of the model are based on expert estimations, if no or insufficient empirical data is available, e.g., for the price development of electric cars or the number of cars that are replaced through car

sharing. The extrapolation of past or present data is also necessary where data for future developments are required; these are necessarily exogenous assumptions, which significantly influence the outcomes of the scenarios. In other words, the model outputs are no forecasts that can be expected to become real with certainty, but possible futures that may appear desirable or to be avoided.

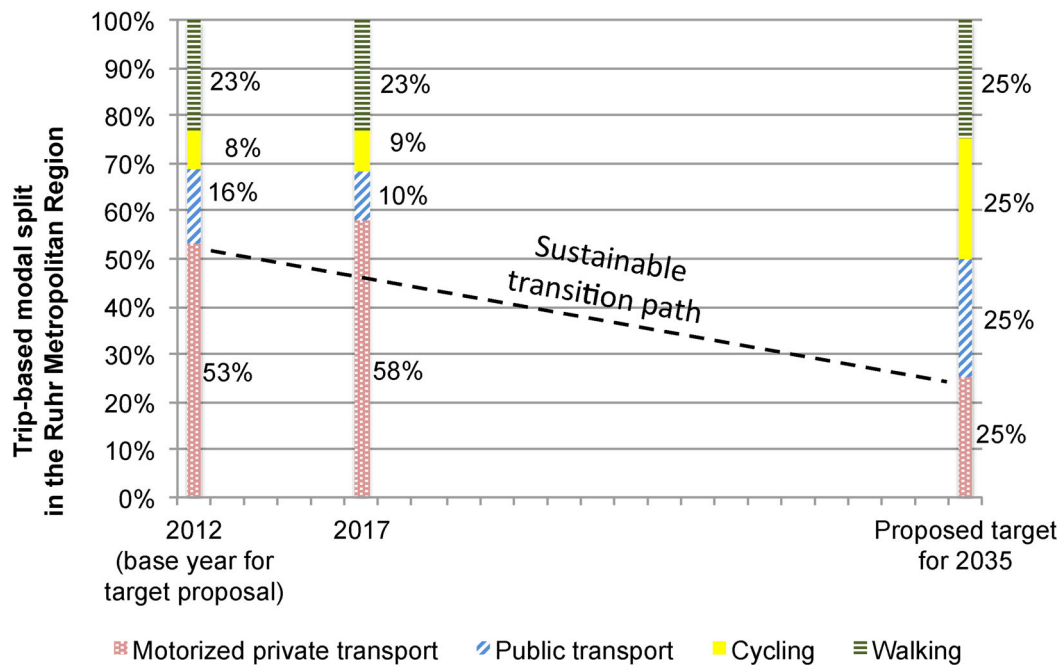
Several approaches were used to validate the model, like sensitivity analyses, expert discussions among the members of the research project coming from three different research and planning institutions in the fields of geography, transport, spatial and infrastructure planning in several workshops, and comparing modeling results to real-world developments in frontrunner cities. Furthermore, preliminary and final modeling approaches and results were discussed with experts from research and practice in workshops and on conferences and widely distributed in reports and project notes. This way of validation is typical for research projects dealing with long-term developments into the future. Overall, the model adequately simulates long time periods of past developments (e.g., population trends, CO<sub>2</sub> emissions, modal split) compared to many other ILUT models that do not simulate past developments at all or for such a long time period.

## 5. Results

### 5.1. Target knowledge: Where do we need to head?

There is no direct link of what the “well below 2°C” or 1.5°C limit mean for a mid-term modal shift target. Modal shift is only one strategy besides traffic avoidance and technical improvements. Each society and each city has to agree upon its own modal shift target, based on the specific starting and framework conditions. However, for climate protection and urban sustainability reasons there is the need to substantially reduce car use, particularly in urban areas where modal shift can be particularly well addressed and where the negative impacts of car use directly impact health and quality of life (Sims et al., 2014). A modal shift target serves as a mid-term proxy (Van Vuuren et al., 2015) to navigate at an adequate speed and to an adequate scale into the right direction of sustainability and climate protection goals and to develop adequate measures to get there.

A trip-based modal split target proposal of 25% car use, 25% public transport, 25% cycling and 25% walking (‘four quarters’) has been developed by the Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy [WI] in dialogue with regional stakeholders and introduced to the mobility debate of the Ruhr Metropolitan Region in several studies for the target year 2035 (base year: 2012) (Reutter et al., 2013 & 2017) (Figure 5). The target has been proposed due to its catchiness and because it implies the thumb rule of a fast halving of urban car use (Müller & Reutter, 2017). The target has been discussed in the region since then, for example by the regional planning institution (RVR, 2014), but has not yet been politically adopted. Only the City of Essen (590,000 inhabitants) adopted a 4 × 25% target for 2035 as part of its successful application to win the “European



**Figure 5.** Scale of change needed: Current modal split in the Ruhr Metropolitan Region and proposed target for 2035. Modal split data: Grindau & Sagolla (2012); RVR (2019); Target proposal: Reutter et al. (2013, 2017), RVR (2014).

Green Capital Award 2017” of the European Commission (City of Essen, 2014) and currently works on reaching this target (City of Essen, 2019). However: according to the latest data available, the modal share of car use has continued to increase from 53% (2012) to 58% (2017) (Figure 5).

To estimate the ambitiousness and feasibility of the modal split target proposal, this section compares the proposed target to the 13 selected real-world city examples (see section 5.2) regarding the current modal share of car use (1.), existing targets (2.), and already successfully realized past reduction rates (3.):

1. Reducing car use down to a trip-based modal share of 25% can be considered to be very ambitious, as currently only four of the selected real-world cities come close to such a low share (Barcelona 24.2% (2013), Vienna 27% (2020), Vitoria-Gasteiz 24.7% (2014), Zurich 25% (2015) (see Appendix 1).
2. The proposed target implies that the trip-based modal share of car use needs to be reduced by 1.2 percentage points per year (2012–2035). Four out of the 13 selected frontrunner cities have also adopted modal split targets (Copenhagen, London, Vienna, Zurich; see Appendix 2). The targets equal quite uniformly average reduction rates of 0.7 percentage points trip-based modal share of car use, up to 1.0 percentage point in case of Vienna’s target for 2030 (based on an assumed reached target in 2025). The proposed target therefore represents an ambitious target, as it implies a higher reduction rate compared to the existing targets in the selected cities.
3. All selected 13 European frontrunner-cities have successfully reduced their share of car use in the past years: By 0.3 (Karlsruhe) to 1.1 (Oslo) trip-based percentage points per year (mostly: 0.5 to 0.6), when calculating

the average reduction rates based on the earliest and the latest modal split data available (see Appendix 1). This calculation allows estimating the reduction potentials over a longer time period that may also include times without any modal shifts (“long-term average”).

For eight cities, modal split data is available for a long time period, but main modal shifts have occurred during shorter time periods. In these “sharpest reduction phases”, the average reduction rates range between 0.7 and 2.0 percentage points per year (see Appendix 1). Sharpest reduction rates of more than 1.2 percentage points per year have been realized by Copenhagen (2.0), Oslo (1.8) and Vitoria-Gasteiz (1.5). Such maximum reduction rates might have been realized for example under favorable political constellations or when ambitious modal shift measures were implemented – and may refer to what transition scholars call “acceleration phases” of transition processes (Loorbach et al., 2017; Rotmans et al., 2001). In acceleration phases, visible structural change takes place through developments in different societal sub-systems that reinforce and amplify each other (Raskin et al., 2002). Although the manifold reasons for stronger reduction phases remain a black box, because they are not analyzed in this paper, the identification of “sharpest reduction rates” allows estimating what maximum reduction rates appear feasible if politically intended and decisively pushed forward.

Overall, the proposed target for the Ruhr Metropolitan Region, which implies an average reduction rate of 1.2 trip-based percentage points per year, can be considered to be very ambitious, as it is higher than the long-term average reduction rates realized by the selected frontrunner cities and has proven feasible only during accelerated times of

change in three of the 13 selected cities. To reach the target, considerably accelerated actions are needed in the Ruhr Metropolitan Region. This is particularly true against the background that in recent developments the modal share of car use has continued to increase, which now requires an even more radical course change with an average reduction rate of 1.8 trip-based percentage points per year. Such a reduction rate is only achievable through continuously accelerated change processes like during the “sharpest reduction phases” of Copenhagen and Oslo.

Overall, an ambitious modal shift target is justified, as the Ruhr Metropolitan Region has not yet reduced its urban share of car use, whereas other cities have already successfully done so. Given the existing formal agreements (e.g., Paris Agreement, national targets, climate emergency), the maturing knowledge about climate protection requirements (IPCC, 2018) and the narrowing time window to act timely make a fast and fundamental course change even more pressing. For a partly rural region like the Ruhr Metropolitan Region, a regional target implies that large and dense cities like Essen and Dortmund need to reduce their car modal share even below 25 per cent to compensate higher shares in rather rural areas, where it appears more difficult to reduce car dependence. London, Vienna and Zurich clearly aim for lower shares than 25 per cent.

## 5.2. Transformation knowledge: What are adequate options for action?

The ambitious modal shift target requires measures that go far beyond usual practices. Table 1 presents the push and pull measures developed for modeling that are assumed to have the potential to significantly reduce car use. The table also includes the land-use (avoid) and efficiency (improve) measures developed for modeling. Each measure is substantiated by a real-world city example that has already successfully implemented a similarly ambitious measure. The city examples “bridge” the scenario study to the real-world by demonstrating that ambitious transport policies, which go far beyond conventional practices, are not only scientific assumptions but, in their basic idea, have proven to be realizable socio-politically. Transition scholars use this qualitative-quantitative “bridging” of different methodological approaches to facilitate dialogue from different perspectives and to support policy formation and action (Geels et al., 2016, 2020).

## 5.3. System knowledge: How far do we get with these measures regarding modal shift and CO<sub>2</sub> emission reductions?

To estimate how far the Ruhr Metropolitan Region would get with the measures, single and combined measure scenarios (Table 2) are modeled in the ILUT “Ruhr Area Model 2050” developed by S&W.

According to the modeling, the trip-based modal share of car use starts at a high level in the baseline years 1990 (50%) and 2015 (54%) and remains at a high level until

2050 in both BAU scenarios (A: 58%; B: 53%) (Appendix 3). The transport CO<sub>2</sub> emissions increase from 1990 to 2015 (1.2 to 1.6 tons CO<sub>2</sub> per inhabitant per year [t CO<sub>2</sub>/i/y]) and decrease only slightly until 2050 if energy prices are low (1.5 t CO<sub>2</sub>/i/y; i.e., +25% compared to 1990) compared to a stronger reduction if energy prices are high (1.0 t CO<sub>2</sub>/i/y, i.e., −17% compared to 1990), due to technological improvements (vehicle fuel efficiency). The developments underline the impact higher energy prices have (B scenarios), as they reduce the trip-based modal share of car use by 5 percentage points and CO<sub>2</sub> emissions by one third compared to A-BAU in 2050. Higher energy prices could be politically realized for example by internalizing the external costs of car driving through an ecological tax at state level (Reutter et al., 2013).

### 5.3.1. Single measure scenarios

Most push and pull measures reduce the trip-based modal share of car use by up to 3 percentage points and contribute to CO<sub>2</sub> emission reductions (Appendix 3). Most successful among the push and pull measures in reducing CO<sub>2</sub> emissions are the push measures “reallocation of road space” (up to −41%) and “area-wide speed limits” (up to −24%), which make car driving slower and also contribute to reduced car use. The efficiency measure “increased energy efficiency of the vehicle fleet” reduces CO<sub>2</sub> emissions by up to 45% compared to BAU, but increases the modal share of car use by up to 4 trip-based percentage points as a rebound effect, because car driving gets cheaper. “Promotion of electric mobility” reduces CO<sub>2</sub> emissions by up to 14%, but does not lead to modal shifts. The scenario “more frequent public transport services” substantially increases transport caused CO<sub>2</sub> emissions (up to +28%), because the extended public transport services increase CO<sub>2</sub> emissions more than they reduce CO<sub>2</sub> emissions through modal shift (Reutter et al., 2013). The pull measures that accelerate walking and cycling do not lead to relevant modal shifts or CO<sub>2</sub> emission reductions. In the model, the measures do attract additional pedestrians and cyclists, but only few car drivers shift to non-motorized transport modes (see discussion in section 6.1). The land use measures do not lead to any relevant changes in car use or CO<sub>2</sub> emissions.

### 5.3.2. Combined scenarios

Figures 6 and 7 present the development of the modal share of car use over the course of time for the seven combined measure scenarios (see Appendix 3 for numerical results). The land-use and energy efficiency measures (scenarios 81 and 82) have almost no effect on changing the modal share of car use or even slightly increase car use. The pull measures (scenario 84) reduce the trip-based modal share of car use by up to 5 percentage points compared to BAU. The push measures (scenario 83) have a stronger effect and reduce car use by up to 9 percentage points. The combined modeling of the push and pull measures (scenario 91) intensifies the modal shift effects, as the effects do not only add up to each other but extra percentage points can be realized

**Table 1.** Assumptions of the measures developed for modeling and similar real-world examples.

Measures developed and modeled for the Ruhr Metropolitan Area (numbers = scenario numbers)	Real-world examples of similar measures in selected European cities
<b>Land use</b>	
<p><b>13 Densification at railway stations:</b> From 2020 onwards, construction projects for housing, retail and commercial use are permitted exclusively in zones with at least one railway station. This is the case in 170 of the 687 modeling zones (Schwarze et al., 2017).</p>	<p>In Hammarby Sjöstad, a brownfield redevelopment area (24,000 inhabitants) located three kilometers south of <b>Stockholm</b> city center, dense and mixed-use settlement structures were developed with diversified mobility options including an extended tram line, which have led to decreased car use and CO<sub>2</sub> emissions (Foletta, 2011b).</p>
<p><b>23 New housing at railway stations:</b> Starting in 2020, public authorities construct 13,000 publicly subsidized dwellings annually to provide affordable housing. All dwellings are constructed in immediate vicinity to railway stations (same zones as in scenario 13) (Schwarze et al., 2017).</p>	<p>Greenwich Millennium Village, a mixed-use, high-density brownfield redevelopment site nine kilometers from <b>London</b> city center, with high quality public transportation and low car use (Foletta, 2011a).</p>
<b>Energy efficiency</b>	
<p><b>32 Promotion of electric mobility:</b> Starting in 2020, subsidies for buying an electric car are increased step-by-step up to 33% of the purchase price in 2050. Also, fast charging stations in city centers are promoted by public infrastructure investments. The share of electric cars rises in this scenario from 30% in the BAU scenario to 50% in 2050.</p>	<p>Through intense promotion, battery electric vehicles (BEVs) make up 54.3% of all cars sold in <b>Norway</b> in 2020 (The Guardian, 2021), compare to 6.7% in Germany (Kraftfahrtbundesamt, 2021). Norway has the goal to only sell zero-emission cars starting from 2025.</p> <p>In <b>Oslo</b> (670,000 inhabitants), more than 50,000 pure electric passenger cars were registered in July 2020 (Joshi, 2020). The city promotes electric car use by infrastructural measures and incentives.</p>
<p><b>33 Area-wide car sharing:</b> The car sharing offer increases from 2 car sharing vehicles per 1,000 inhabitants in 2020 to 3 vehicles/1,000 inhabitants in 2030 and 4 vehicles/1,000 inhabitants in 2040 (compared to 0.14 car sharing vehicles/1,000 inhabitants in the City of Essen in 2013) (Bundesverband CarSharing e.V., 2013).</p>	<p><b>City of Karlsruhe</b> (316,000 inhabitants): Karlsruhe is the current 'car sharing capital' of Germany with most car sharing vehicles per 1,000 inhabitants (2.15 carsharing vehicles per 1,000 inhabitants in 2015; 3.2 in 2019) – compared to most German cities with far below 1 car sharing vehicle per 1,000 inhabitants (Bundesverband CarSharing e.V., 2015, 2019).</p> <p><b>City of Bremen</b> (557,000 inhabitants): The city actively promotes car sharing by providing parking spaces for car sharing vehicles in public street space that are well connected to public transport, cycling and walking ('mobil.punkte'). Bremen has reached its target to increase the number of car sharing users from 11,000 in 2016 to 20,000 in 2020 (City of Bremen, 2020).</p>
<p><b>34 Increased energy efficiency of the vehicle fleet (decreased fuel consumption):</b> Reduction of the average fuel consumption of cars from 8 liters per 100 km in 2020 to 3 liters per 100 km in 2050 (compared to 6.7 liters in the BAU scenario), e.g., through a regional climate zone.</p>	<p><b>City of London</b> (3.3 m inhabitants in Inner London): Congestion charge was introduced in 2003 and has led to reduced CO<sub>2</sub> emissions and air pollutants and improved efficiency of the vehicles circulating within the charging zone (TfL, 2007).</p>
<b>Car (push strategies)</b>	
<p><b>41 Regional toll Ruhr Region:</b> Beginning in 2020, all private cars in the Ruhr Region have to pay a monthly fee of 75 Euro (138 Euro in 2050 due to inflation). The costs equal the assumed costs of the 'citizen ticket' and are similar to the costs of existing road toll systems in European cities (e.g. Milan 2–5 Euro/day, Stockholm 1.10–11.10 Euro/day) (Sadler Consultants Ltd., n.d.).</p>	<p>The <b>City of Stockholm</b> (936,000 inhabitants) introduced a city toll in 2007 that reduced traffic volumes by about 18 to 20% in the first five years of operation (Börjesson et al., 2012).</p>
<p><b>42 Reallocation of road space on main roads:</b> In 2020, all six- and four-lane streets for cars (including highways) are reduced by two lanes. In 2030, all remaining four-lane streets are reduced by two lanes. The released road space is reallocated for more environmentally friendly modes of transport.</p>	<p>The <b>City of Vitoria-Gasteiz</b> (245,000 inhabitants) changed several two-lane streets to one-way streets for cars and reallocated the reduced car lanes for cycling (CIVITAS, 2014). From 2002 to 2014, the share of cycling could be increased from 1% to 13% of all trips. Until 2020, the cycling share shall be further increased to 15% (City of Vitoria-Gasteiz, 2010).</p>
<p><b>43 Area-wide speed limits:</b> In 2020, the following speed limits are introduced: 80 km/h on motorways, 60 km/h on highways, 30 km/h on all other streets.</p>	<p>The <b>City of Munich</b> (1.5 m inhabitants) implemented far-reaching speed limits with 30 km/h speed limit zones on 85 to 90% of the inner-city road network (Hutter, 2019).</p>
<p><b>44 Increased parking fees:</b> Starting in 2020, parking fees increase step-by-step so that in 2050 they are four times higher than in 2020.</p>	<p>The <b>City of Barcelona</b> (1.6 m inhabitants) uses its parking revenues to finance the public bike sharing system 'Bicing' (Kodransky &amp; Hermann, 2011).</p>
<b>Public transport (pull strategies)</b>	
<p><b>51 Extension of public transport network:</b> New tramlines are built by reactivating tramlines that were abolished in the past. The extended public transport network equals the tramline network that already existed in the Ruhr Region in the 1950s/1960s.</p>	<p>The <b>City of Nantes</b> (298,000 inhabitants) was the first city in France to reintroducing the tramway (abolished in 1958, reintroduced in 1985). Since then, the public transport network has been constantly extended, e.g. by 22% from 2000 to 2010 (offer per kilometer) (City of Nantes, 2009).</p>
<p><b>52 More frequent public transport services:</b> Starting in 2020, the public transport service frequencies are increased step-by-step, so that in 2050 service frequencies are four times more often than in 2050.</p>	<p>The <b>City of Vienna</b> (1.8 m inhabitants) extended public transport services and increased service frequencies (City of Vienna, 2015) parallel to the reduced annual urban public transport ticket from 449 Euro to 365 Euro (one Euro per day) in 2012 and the continuously rising number of annual ticket holders (373,000 in 2011; 852,300 in 2019) (Wiener Stadtwerke, 2020). From 1993 to 2012, the trip-based share of public transport of the Vienna inhabitants increased from 29% to 39% (supplemental material).</p>
<p><b>53 Introduction of a 'citizen ticket':</b> Starting in 2020, each household has to pay a monthly contribution of 75 Euro (138 Euro in 2050 due to inflation). In return, public transport use in the entire Ruhr Region is free of any extra-charge. The assumptions for the price are based on model calculations of a doctoral thesis for the introduction of a citizen ticket in the City of Wuppertal that would cost 42 to 82 Euros per month and household with/without third user financing, assuming that transport volumes increase by 10 to 30% (Waluga, 2017, p. 247).</p>	<p><b>North Rhine-Westphalia (NRW):</b> Until today, no citizen ticket has ever been introduced in Germany. A comparable, solidarily financed ticket is the semester ticket for university students that has been introduced since 1991 at almost all universities in Germany. Since 2008, more than half a million university students in the Federal State of NRW, and thus also in the Ruhr Metropolitan Region, can use the public transport network of the entire federal state (17.9 mn inhabitants). Semester tickets are well accepted by the students, significantly reduce car use and CO<sub>2</sub> emissions and support students in their decision to abandon their car (Müller, 2016).</p>

(continued)



**Table 1.** Continued.

Measures developed and modeled for the Ruhr Metropolitan Area  
(numbers = scenario numbers)

Real-world examples of similar measures in selected European cities

#### Cycling (pull strategies)

**61 System acceleration of cycling:** Starting in 2020, the average cycling speed increases step-by-step so that in 2050 the average cycling speed is 30% faster than in 2020.

**62 Fast cycling routes network:** Until 2050, the currently being built fast cycling route 'Radschnellweg Ruhr' that crosses the Ruhr Region from east to west (planned length: 101 kilometers) is extended to a network of fast cycling routes that consists of four east-west routes and eight north-south routes and allows an average cycling speed of 20 km/h.

#### Walking (pull strategies)

**71 System acceleration of walking:** Starting in 2020, footpaths are shortened step-by-step (e.g. by crossing aids, removal of barriers) so that in 2050 walking distances are 20% shorter and faster than in 2020.

The **City of Copenhagen** (591,000 inhabitants) promotes system acceleration of cycling, e.g. by fast cycling routes and 'green waves' for average cycling speeds of 20 km/h (Cycling Embassy of Denmark, 2018). Cycling speed in Copenhagen could be increased from 15.3 km/h (2004) to 16.4 km/h (+7,2%) (2014) (City of Copenhagen, 2013 & 2015), compared to 10.6 km/h (2008) in Germany (Arndt & Zimmermann, 2012). Until 2025, cycling speed shall be accelerated by 15% compared to 2012 (City of Copenhagen, 2011). For 48% of the Copenhageners, the possibility for fast cycling is one of the main reasons to cycle (City of Copenhagen, 2011).

In Denmark, 28 municipalities are working together in the **Region of Copenhagen** to create a network of cycle superhighways ('Supercykelstier'). 60 routes are planned that total a length of 850 kilometers. Until 2019, 167 kilometers have been finished (Cycle Superhighways, 2019).

Since 2011, the **City of Berlin** (3.5 m inhabitants) has a walking strategy that aims at creating a dense network of interconnected, direct and attractive walking connections and avoiding detours (City of Berlin, 2011). The share of walking could be increased from 25% (1998) to 31% (2013) of all trips per day (supplemental material).

Since 2003, the **City of Zurich** (416,000 inhabitants) promotes walking with several separate strategies (Ott, 2006).

For measure fact sheets see Reutter et al. (2017).

**Table 2.** Single and combined measure scenarios.

Single measure scenarios	Combined scenarios
13 Densification at railway stations 23 New housing at railway stations	81 Land-use
32 Electric mobility 33 Car sharing 34 Fuel consumption	82 Energy efficiency <sup>a</sup>
41 Regional toll Ruhr Region 42 Reallocation of road space on main roads 43 Area-wide speed limits 44 Increased parking fees	83 Car traffic (push measures)
51 Extension of public transport network 52 More frequent public transport services 53 Introduction of a 'citizen ticket' 61 System acceleration of cycling 62 Fast cycling routes network 71 System acceleration of walking	84 Public transport/cycling/walking (pull measures)
All measures (scenarios 81, 82, 83 and 84)	85 All measures
All push and pull measures (scenarios 83 and 84)	91 Push & pull measures
All push and pull and energy efficiency measures (scenarios 82, 83 and 84)	92 Push & pull & energy efficiency

<sup>a</sup>Scenario 82 also includes measure 31 "building energy". However, the measure specifically addresses CO<sub>2</sub> emissions of buildings and does not have an effect on transport emissions. Thus, the measure is not further considered in this paper (see Schwarze et al., 2017, for combined CO<sub>2</sub> emissions of buildings and transport).

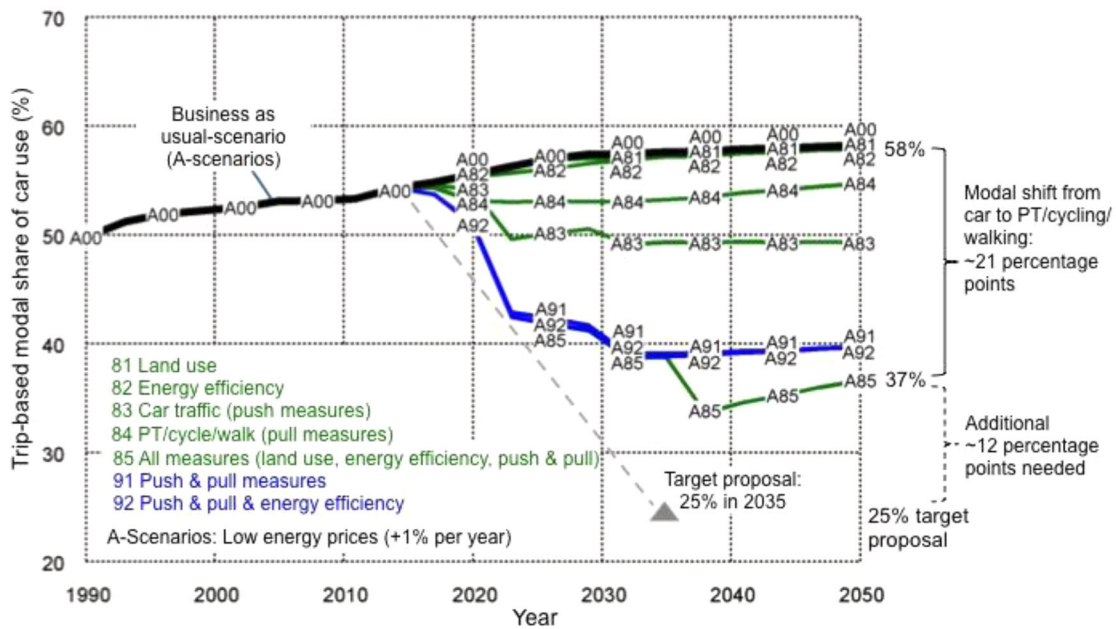
(up to -19 percentage points). If land-use, efficiency and push and pull measures are modeled together (scenario 85), the highest reductions of car use can be realized (up to -21 percentage points). Whereas the land-use measures do not have an effect if modeled separately, a result in line with former research (Aditjandra, 2013), they do lead to additional reductions of car use in the long-term if modeled in combination with push and pull and energy efficiency measures (scenario 85). Overall, the scenarios demonstrate that push and pull measures can lead to considerable modal shifts and that land-use measures can intensify their effects in the long run. However, the scenarios also illustrate that even if all ambitious measures are implemented, there is still a reasonable gap of 10 (B-scenarios, higher fuel prices) to 12

percentage points (A-scenarios, lower fuel prices) to reach the proposed target of a 25% car modal share. Thus, according to the modeling, additional ambitious measures are needed to reach the proposed target.

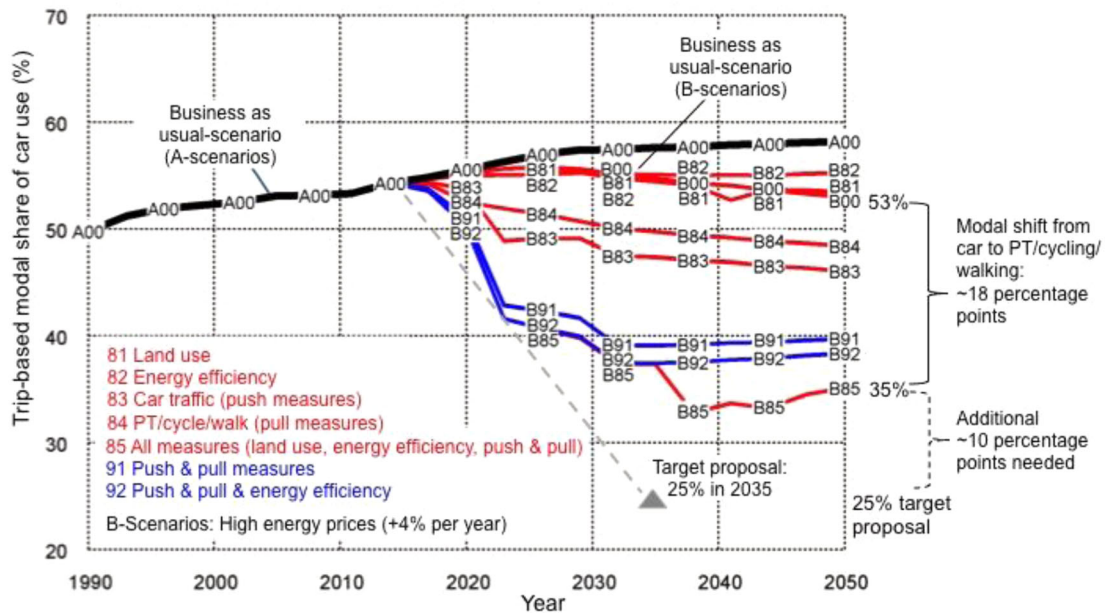
Figures 8 and 9 show the effects on reducing CO<sub>2</sub> emissions across time. The land-use measures (avoid) have almost no effect on reducing CO<sub>2</sub> emissions (scenario 81). One explanation is that settlement structures change only very slowly and are marginal compared to existing settlement structures. In the scenarios, only 7% new housing is built from 2020 until 2050 and only little of this is affected by the land-use measures (Schwarze et al., 2017).

The push and pull measures have very different effects on CO<sub>2</sub> emissions: Whereas the restrictive push measures





**Figure 6.** Modal share of car use (A-scenarios) and proposed target for 2035. Modeling: S&W; Figure: S&W amended by Müller; PT = public transport



**Figure 7.** Modal share of car use (B-scenarios) and proposed target for 2035. Modeling: S&W; Figure: S&W amended by Müller; PT = public transport

(scenario 83) have the strongest CO<sub>2</sub> emission reduction effects of all combined scenarios (up to  $-59\%$  compared to BAU), which are even stronger than the efficiency measures, the pull measures (scenario 84) increase CO<sub>2</sub> emissions (up to  $+29\%$ ), because extended transport services lead to increased CO<sub>2</sub> emissions. The walking and cycling measures show only small effects. Thus, the modeling demonstrates that push measures are very effective to achieve fast and fundamental reductions in CO<sub>2</sub> emissions and need to be addressed much more by policy makers. However, the practical consequence cannot be to solely implement push measures, because this would be neither politically feasible nor

advisable, as mobility is a basic need that has to be made possible – by providing a diverse range of sustainable mobility options. This also includes extended public transport services, even if they increase CO<sub>2</sub> emissions, because they are necessary to transform the overall urban transport system to reduce car dependency. The combined push and pull measures (scenario 91) reduce CO<sub>2</sub> emissions by 12% [B] to 42% [A] compared to BAU and as such almost as much as the efficiency measures ( $-29\%$  [B],  $-45\%$  [A]), particularly if energy prices remain low (A-scenarios). If modal shift and efficiency measures are modeled together (scenario 92), CO<sub>2</sub> emissions can be further reduced ( $-40\%$  [B] to  $-53\%$  [A]).

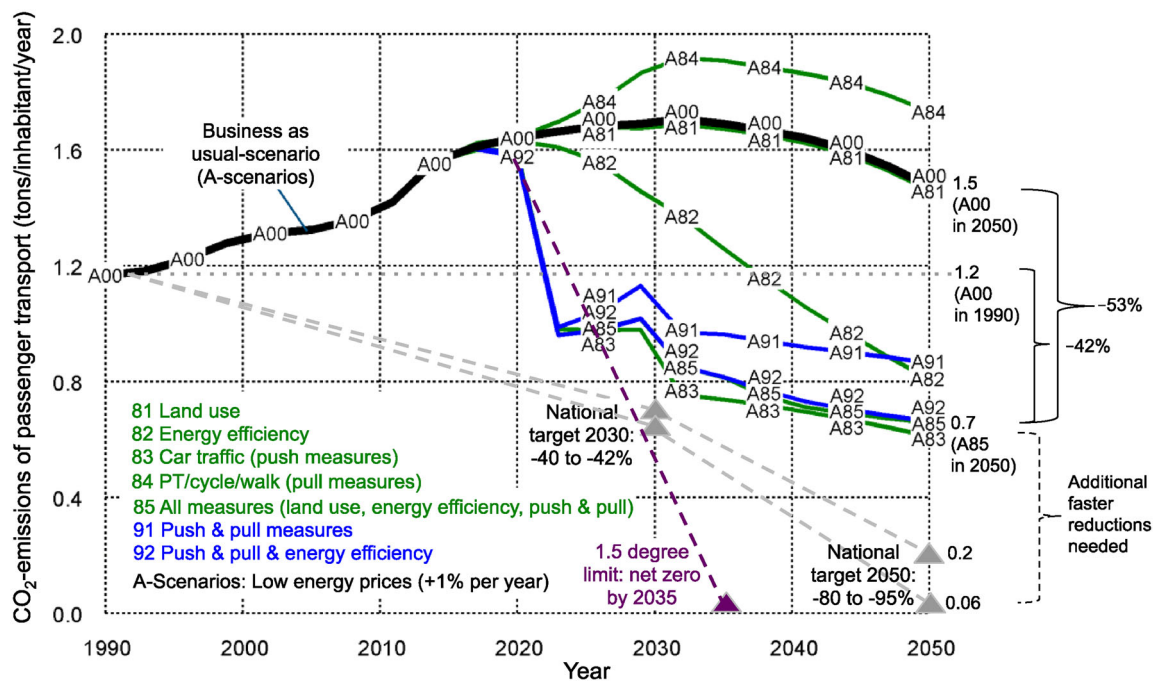


Figure 8. CO<sub>2</sub> emissions of passenger transport (A-scenarios), climate protection targets of the German Government and net zero target by 2035. Modeling: S&W; Figure: S&W amended by Müller; PT = public transport; net zero target by 2035 according to Fridays for Future & German Zero e.V.

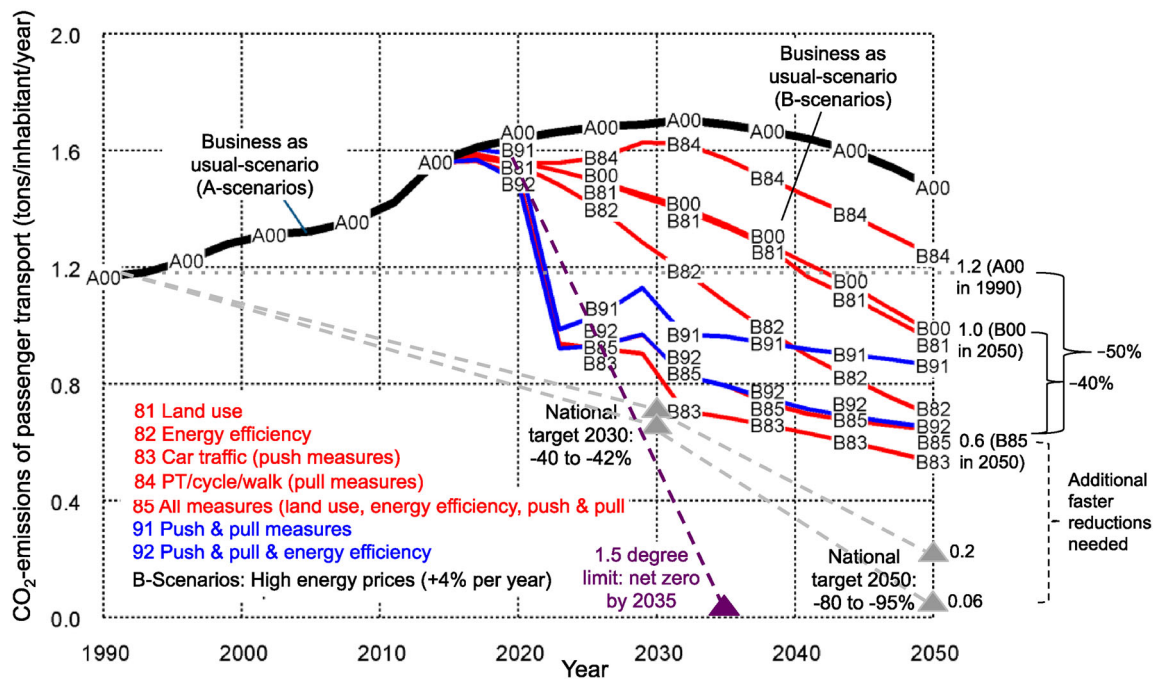
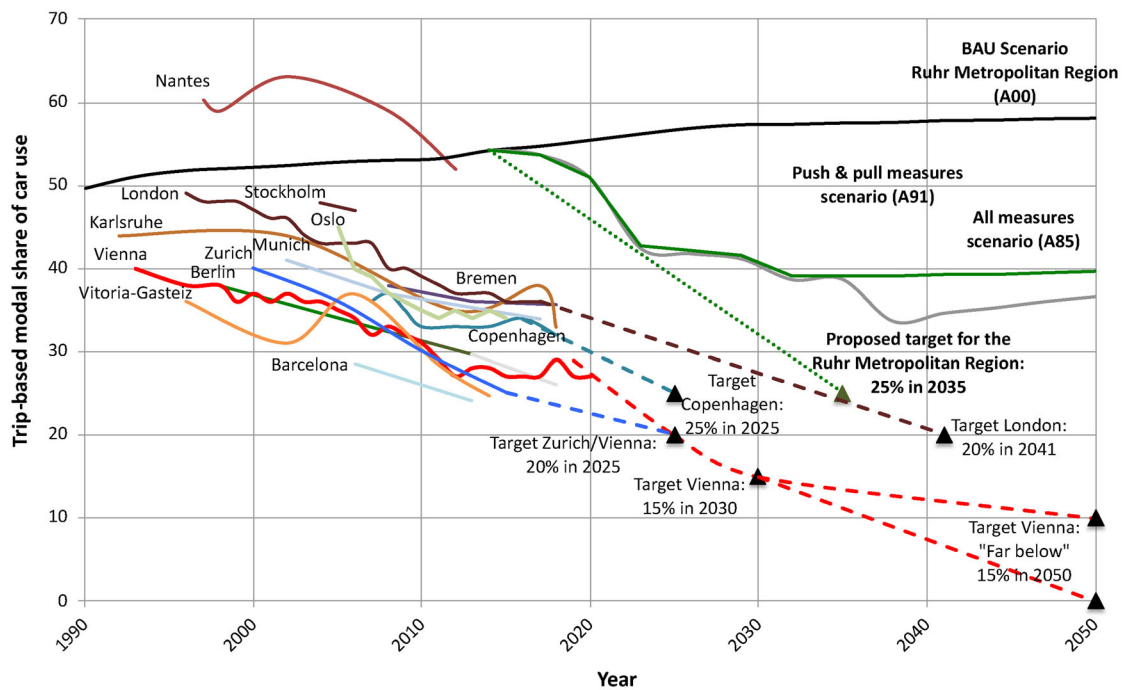


Figure 9. CO<sub>2</sub> emissions of passenger transport (B-scenarios), climate protection targets of the German Government and net zero target by 2035. Modeling: S&W; Figure: S&W amended by Müller; PT = public transport; net zero target by 2035 according to Fridays for Future & German Zero e.V.

Compared to 1990, the efficiency measures reduce CO<sub>2</sub> emissions by 31% [A] to 41% [B] – and by far do not reach climate protection targets. Modeling energy efficiency measures together with modal shift measures (scenario 92) leads to additional CO<sub>2</sub> emission reductions (–42% [A] to –50% [B] compared to 1990); the further inclusion of land-use measures does not lead to significant further reductions (scenario 85). Overall, even if all ambitious measures are

modeled, they do not reach neither the 2030 nor the 2050 CO<sub>2</sub> emission reduction targets set by the German Government – and by far do not reach climate neutrality by 2035 as claimed e.g. by Fridays for Future and Germany Zero to stay within the 1.5 °C limit.

Figures 8 and 9 provide important insights on the speed of change that appears feasible: Modal shift measures – and particularly restrictive push measures – can reduce CO<sub>2</sub>



**Figure 10.** Potentials for reducing the modal share of car use: Indications from forecast scenarios and thirteen real-world city examples. The rather conservative A-scenarios with only one percent fuel price increases per year and less modal shifts are used in the figure. City modal shifts represent overall developments in the cities, not the specific effects of the single measures presented in section 5.2. Data and sources: [Supplemental online material](#).

emissions much faster than efficiency or land-use measures, i.e., the total amount of CO<sub>2</sub> emissions emitted across time is lower (smaller integral underneath the curve). The different reduction curves derive from a different definition of the scenarios: The push and pull measures are defined to unfold their main effects shortly after implementation in 2020 – just like for example speed limits can be implemented rather quickly. Energy efficiency measures take effect rather slowly – just like the technical upgrade of the vehicle fleet takes a rather long time. Thus, modal shift measures are important to timely “bend the curve” of excessive CO<sub>2</sub> emissions, as “limiting global warming requires limiting the total cumulative global anthropogenic emissions of CO<sub>2</sub> since the pre-industrial period, that is, staying within a total carbon budget” (IPCC, 2018, p. 14). As such, modal shift measures represent life-saving emergency measures that need to be undertaken immediately at the accident site of the transport-co-caused climate crisis – to achieve a fast alleviation of excessive CO<sub>2</sub> emissions, just as vehemently claimed by citizen movements such as Fridays for Future (Neubauer et al., 2020).

### 5.3.3. Synopsis: Juxtaposition of modal shift scenario results to real-world developments

Figure 10 juxtaposes key modal shift scenario results to the overall modal split developments of the thirteen European frontrunner-cities to synthesize the main insights gained from the real-world and the scenario world regarding direction, scale and speed of modal shift that appears feasible. Figure 10 forms a quite coherent picture: The trip-based modal share of car use decreases to a similar degree in the

scenarios and the real-world city examples. The figure underlines that significant modal shifts appear feasible not only in the scenario calculations but also under the actual socio-political conditions of the thirteen real-world cities. Vice versa, the real-world cities provide a plausibility check of the modal shift scenarios. The similar reduction rates suggest that the calculated modal shifts are not completely unthinkable but ‘could happen’. Considering that the cities most likely have not implemented policy packages that are as radical and comprehensive as the policies modeled, the scenarios appear to represent rather low reduction rates compared to the real-world cities. This indicates that it might be more difficult to reduce the share of car use in the traditional car-oriented Ruhr Metropolitan Region compared to the role model city examples, maybe due to specific settlement and transport structures, and/or that modal shift effects may have been modeled in a rather cautious and conservative approach.

Figure 10 underlines that under the current socio-political conditions, it takes time to reduce the urban modal share of car use down to a sustainable amount. While other cities have started a long time ago to consequently pursue modal shift strategies and to reduce the share of urban car use, the Ruhr Metropolitan Region has not yet started to get on this transition path. Vienna for example set its first modal shift target as early as 1993 (25% modal share of car use by 2010) (City of Vienna, 1993) and has since then systematically and regularly monitored its modal split developments and consequently took action to readjust the implemented measures of its modal shift strategy. The paper demonstrates that there is no time to lose for actions to start: immediately and consequently – just now.



## 6. Discussion

This section discusses the results of this paper, its strengths and limitations and further research needs (6.1), elaborates the practical implications for the Ruhr Metropolitan Region (6.2) and concludes with further reaching thoughts about fundamental change to come about (6.3).

### 6.1. Course change in urban modal shift

The paper analyzed from a broad and complex perspective what course change is necessary and feasible in urban modal shift regarding direction, scale and speed of change. It estimates the role of modal shift as a strategy in itself and in relation to land-use (avoid) and efficiency (improve) measures. Using transition theory as a theoretical framework, the paper has “bridged” (Geels et al., 2016, 2020) insights from a scenario study with a considerable amount of real-world knowledge to develop scientifically robust and societally relevant (Padmanabhan, 2018) target, transformation and system knowledge to support societal transformation endeavors in urban passenger transport.

*Target knowledge:* The target knowledge underlines that an ambitious modal split target is necessary that roughly equals a fast halving of the trip-based modal share of car use, which appears feasible under the current social-political conditions by reducing the trip-based share of urban car use by 0.5 to 1.5 percentage points per year if politically intended. Estimating a feasible reduction rate by using modal split data has limitations, as modal split data is often not directly comparable within and between cities, because data can differ due to data collection modalities (e.g., persons reached, area covered). Some researchers recently even question the overall usability of the modal split indicator for analyzing the success of urban transport policies, because reduced trip-based car shares do not necessarily represent reduced overall traffic volumes (Holz-Rau et al., 2018). The authors argue that despite these known deficiencies, the modal split indicator is nonetheless a robust and practicable proxy indicator to do a fast first sustainability check of urban passenger transport. The modal split indicator is widely used by city administrations to assess and communicate their environmental performance in urban passenger transport – and to readjust policies if modal split targets appear not to be reached. In Vienna, for example, car use increased from 2017 (27%) to 2018 (29%). This made the vice mayor reinforce a still ongoing debate if Vienna needs to implement more ambitious approaches like an urban road toll or an inner urban ban of cars from outside Vienna (Gaigg, 2019). The paper uses the “second best” modal split data as “best quickly available” data to heuristically find out about the scale and speed of modal shift that appears feasible to support policy formation and action by narrowing the extensive and complex long-term challenge down to an action-oriented year-to-year task. However, a fundamental question remains: Would reduction rates of 0.5 to 1.5 percentage points per year, as they have demonstrated to be feasible in frontrunning cities under the socio-political conditions of those past times, still be sufficient in light of the

new scientific knowledge about climate protection requirements?

*Transformation knowledge:* This paper has analyzed a deliberately wide range of different modal shift measures that can all be considered relevant adjusting screws of urban transport planning to make passenger transport more sustainable. Most of these measures are well known and there is no need to “reinvent the wheel”. In line with former research, this paper concludes that high-intensive measures are required across a wide range of different policy fields that go far beyond usual practices to get on a low carbon transition path in urban passenger transport (Brand et al., 2017; Creutzig et al., 2012; Hickman et al., 2010; Potter, 2007). The paper makes use of real-world knowledge to a much larger degree than common papers that focus on the mere, single-discipline presentation of modeling results. While many studies use empirical data to underpin scenarios, e.g., as part of the literature review (Hammadou & Papaix, 2015), this paper makes use of good practice examples from real-world frontrunner cities as a research result in itself to check plausibility of the scenarios and to provide appealing good practice input that may serve heuristic learning (Macmillen & Stead, 2014, p. 84) for transition processes. Presenting good practice real-world examples has limitations, for example because the city examples cannot be readily transferred across city-contexts (Geels et al., 2016; Gudmundsson et al., 2005) and they do not provide explaining factors for how and why they became successful, which should be further analyzed by in-depth case studies from the transition theory perspective. Nevertheless, learning from good practice examples may be of particular importance when making decisions related to the vast uncertainty of complex long-term transformation processes, because they demonstrate that there actually truly exist successfully realized measures and course changes. Furthermore, alluring good practice examples may speak to the heart of people, which is assumed to be essential for transformational learning (Singleton, 2015): it requires the combination of intellectual (academic) understanding (*head*) with emotion that can alter values and attitudes (*heart*), which may ultimately lead to a society that has the guts for action (*hands*), which may trigger further learning processes.

*System knowledge:* The paper reinforces former research that modal shift is a crucial strategy for sustainability and climate protection in urban passenger transport (Conti, 2018; Hickman et al., 2010). The paper extends former research by shedding light on possible counter, synergy and rebound effects, suggesting that the combined implementation of push and pull measures leads to additional reductions in the modal share of car use. The modeling suggests that modal shift measures are important options for action at local and regional level in addition to developments that can be mainly triggered from the European and national level (e.g., more efficient vehicle fleet through CO<sub>2</sub> emission limits for new cars and increased fuel prices through environmental fuel taxation). Modal shift measures need to be implemented in a fast, area-wide and high-intensive approach to contribute effectively to reducing CO<sub>2</sub> emissions

by the enormous amount and speed required for climate protection. Restrictive push measures have the potential to fast and significantly reduce CO<sub>2</sub> emissions, which needs to be addressed much more by policy makers compared to current practices. Nevertheless, an integrated approach of push and pull measures is important to create attractive sustainable mobility options (walking, cycling, public transport, car sharing), to be politically persuasive, to gain societal acceptance and to realize synergy effects. The paper underlines the importance of modal shift measures to timely “bend the curve” (Raskin et al., 1998, 2002) of excessive CO<sub>2</sub> emissions, i.e., to achieve a fast reduction of overall CO<sub>2</sub> emitted by urban transport across time, as modal shift measures can take effect faster than land-use (avoid) measures and the technical upgrade of the vehicle fleet (improve). This is an important aspect, which so far has not received adequate attention by research and practice in relation to its relevance.

When assessing the scenario results, five aspects need to be considered.

1. The Ruhr Model might have created rather conservative estimates regarding modal shift and CO<sub>2</sub> emission reduction potentials, particularly regarding cycling and public transport. The low impacts of the cycling measures have been criticized as implausible during presentations (workshops, conferences). In the model, the cycling measures do contribute to an increased cycling share (see likewise Creutzig et al., 2012), but these gains are not coming from shifted car traffic. Although also empirical studies have revealed rather low impacts of cycling measures on reducing car use and CO<sub>2</sub> emissions (Brand et al., 2014; Neves & Brand, 2019; Pritchard et al., 2019), many cities around the world have demonstrated significantly increased levels of cycling in the last years (Pucher et al., 2010). Also, the scenario “regional toll” reduces the modal share of car use only by 3 percentage points and CO<sub>2</sub> emissions by 3%, whereas empirical studies have demonstrated modal shifts from car to public transport by 14 to 39% and CO<sub>2</sub> emission reductions by 13 to 16% (Börjesson et al., 2012; Croci, 2016). The rather slow responses of the model might be because ILUT models have originally been developed to model incremental changes rather than rapid transformations (Ford et al., 2018). According to Ford et al. (2018), the unprecedented need for a fast transformation of the built urban environment to reduce CO<sub>2</sub> emissions poses “substantial challenges” for the use of land-use transport models and requires further research on model adjustments. Coming studies should even further exemplify the direction, scale and speed of change needed by using ILUT models for backcasting to define policy packages that meet the requirements of the Paris Agreement or the 1.5 °C limit (Ford et al., 2018). Or put in a different way: Would usual motorized private transport still be a remaining mobility option for urban areas if climate protection is taken seriously? Ford et al. assume that “such techniques could encourage politicians and citizens that change at such unprecedented speed and scale is feasible, even if difficult” (2018, p. 87).
2. Certain aspects that could further reduce car use and CO<sub>2</sub> emissions were not modeled due to financial restrictions in the research project or limited compatibility with modeling logics, like extensive bicycle parking facilities, a public bike rental system or information and communication measures. Likewise, important aspects such as leisure traffic, freight transport, transport costs and environmental impacts were not considered and should be further addressed by research.
3. The use of an ILUT model does not provide insights on the dynamics and non-linear developments of socio-technical transition processes that include concurrent processes of acceleration and slowdown, when multiple changes in social, technical, political, market and environmental subsystems co-evolve. Analyzing them would require stepping into the ongoing development of socio-technical scenario analysis (Geels et al., 2020; Holtz et al., 2015).
4. Scenarios necessarily imply relevant uncertainties, particularly if complex societal sub-systems such as the urban transport system are modeled over a long time period (Ford et al., 2018). In the scenarios, some settings are based on exogenous assumptions that needed to be made if empirical data was not available or due to model requirements, which significantly influence the scenario outcomes (e.g., price development of electric cars, number of cars replaced through carsharing).
5. However, the value of scenarios is not that they predict exact futures or prescribe required measure combinations, but that they provide insight from the future into the scale of change needed today (Raskin et al., 2000; Sondejker et al., 2006). As such, the scenarios developed in this paper are hoped to provide knowledge for a better understanding of necessary long-term developments, to create public awareness about the urgency for political action (Wegener, 2020) and to open up room for societal and political debate about sustainable future development paths.

## 6.2. Implications for the Ruhr metropolitan region

The paper demonstrates that climate protection and sustainable urban development mean nothing less than a complete course change from gradually reducing unsustainability to fast and fundamentally changing urban passenger transport. Even if the scenarios do not fully reach the proposed modal shift and necessary CO<sub>2</sub> emission reduction targets, the paper underlines an inconvenient truth: A radical course change is not only necessary but possible – if societally wanted as a “wind of change” (Meine, 1989: song associated with the Fall of the Berlin Wall). While frontrunning cities have started long ago to consequently pursue ambitious modal shift strategies, the Ruhr Metropolitan Region is still lagging behind and no change has been realized so far. The region urgently needs to move forward to the “take-off”

phase, i.e., the phase when fast and fundamental system changes toward sustainability get started (Loorbach et al., 2017; Rotmans et al., 2001). Transition theory recognizes that societal changes do not come about through technocratic governance and top-down steering toward fixed targets (Wiek et al., 2006), but through a continuous and iterative process of debating, finding consensus on desired futures and developing realizable transition paths through learning and experimenting (Köhler et al., 2019; Loorbach, 2007). The results of this paper are hoped to provide a fertile ground for societal and political debate and transformative actions to happen. Actions should include the organization of regional discussion formats for stakeholders and decision makers to mutually decide upon future development paths, the political adoption of an operationalized modal split target, the organization of learning formats among cities and the timely implementation of adequate policy packages. The wide range of different measures analyzed in this paper may provide input for the “clever mixing and skillful combination” (WBGU, 2011, p. 9) of policy approaches, which is assumed to be essential for achieving systemic structural change: well-known and innovative measures, measures that are easier and harder to implement, with quick wins and fundamental long-term transformations, restricting push measures and enabling pull measures. There cannot be one unique blueprint (“one fits all”) and each city and urban society has to develop its own transition path.

Research points out that transport policies that aim to drastically reduce CO<sub>2</sub> emissions can have major social and economic consequences (Conti, 2018), lead to winners and losers (Köhler et al., 2019), and may be perceived by many citizens as serious restrictions of their quality of life (Wegener, 2020). Therefore, it is important to communicate the co-benefits that such measures can bring (Wegener, 2020), like less noise and air pollution, better health, less land usage, more urban green, less traffic-related injuries and deaths, monetary fuel-savings and improved urban living quality (Creutzig et al., 2012). The knowledge of this paper is hoped to provide guidance for an adequate and timely course change in urban modal shift and to assist cities and regions to transform themselves in a collective and adaptive way (Kemp et al., 2007).

### 6.3. Conclusions

Needless to say: The challenges ahead to fundamentally transform urban passenger transport are enormous, by no means an automatism and might even fail (Raskin et al., 1998; WBGU, 2011). There are strong lock-ins and path dependencies that prevent change to come about easily, like traffic-inducing built environments, long life-cycles of transport infrastructures and strong dependencies on car-use due to the deep embedment of the car in our societal structures (WBGU, 2011). There are powerful forces like the oil and automotive industry, capitalist structures and the political-industrial complex that work hard on preserving the status

quo and counteract the need and speed of sustainability transitions (Göpel, 2016; Köhler et al., 2019).

Significantly changing the course of urban mobility to the direction, scale and speed needed might seem “unrealistic” from today’s point of view and may raise concerns over public acceptability. However, a profound change is inevitable and might suddenly turn out to be feasible if emergencies and societal developments trigger an acceleration process that leads to political ‘tipping points’ – just like the Fukushima catastrophe in 2011 lead to a formerly unthinkable immediate nuclear phase-out by the German Federal Government driven by Germany’s chancellor and her conservative government. Also, the Corona crisis may have given an impression of the dimension of change that is feasible if the world’s community is at severe danger. An essential question remains: How can a fast, fundamental and enduring system change of a similar scale and speed be achieved by liberal democracies? Changing the transport system is more than the mere implementation of fossil-free solutions. Fundamental change requires both ‘hard’ technological innovations and ‘soft’ socio-cultural mindshifts – a socio-technical transformation with new forms of values, habits, policies and structures (Bierwirth et al., 2017; Loorbach et al., 2016; WBGU, 2011). This transformation requires enormous efforts by all parts of society through a joint commitment and support of citizens, civil society, science, education, business, political and administrative players (Müller & Reutter, 2017).

There are some promising ‘signs of hope’ at the near horizon that societal support for a fundamental course change toward climate protection and transport transition is growing – for example the Fridays for Future movement, increasing voting results for green parties in democratic elections, shifting values in institutions and society, young people using the car less and transition research entering mainstream policy. Hopefully, these developments will soon open up windows of opportunity to upscale and accelerate current reform actions toward profound sustainability transitions in urban passenger transport to come about.

### Acknowledgments

The scenarios presented in this paper were developed in close cooperation between the Wuppertal Institute (WI), Spiekermann & Wegener Urban and Regional Research (S&W) and Sustainable Infrastructure and Urban Planning of the University of Wuppertal (LUIS) (WI: push and pull measures, S&W/LUIS: urban densification, energy retrofitting of buildings and transport efficiency). Our particular thanks go to our colleagues of the project team: Björn Schwarze, Klaus Spiekermann and Michael Wegener (S&W), Felix Huber and Kristine Brosch (LUIS), Ulrich Jansen (WI). Special thanks go to Michael Wegener and Klaus Spiekermann for commenting on earlier versions of this paper and to Michael Wegener for running two additional scenarios (91 and 92) and his contributions to the description and systematization of the Ruhr Area model. We thank three anonymous reviewers for their useful comments that helped us considerably to improve this paper and to navigate it into the right direction.

### Disclosure statement

No potential conflict of interest was reported by the authors.



## Funding

The scenarios were part of the ‘Framework Program to Implement the Energy Transition (‘Energiewende’) at the Local Authorities of the Ruhr Area’ (duration 2013–2017), granted by Stiftung Mercator (<https://wupperinst.org/p/wi/p/s/pd/402/>). The ADAC Stiftung funded the development of this paper as part of the PhD project “Four quarters modal split. Strategies, measures and starting points for ambitious modal shift policies in cities. Or: How can cities trigger course changes in passenger transport?” of Miriam Müller at the University of Wuppertal. The open access publication was funded by ADAC Stiftung and Wuppertal Institute. The authors would like to thank these institutions very much for their support of the scientific work.

## ORCID

Miriam Müller  <http://orcid.org/0000-0002-9634-3600>

## References

- Acheampong, R. A., & Silva, E. A. (2015). Land use-transport interaction modeling: A review of the literature and future research directions. *The Journal of Transport and Land Use*, 8 (3), 1–28. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2015.806>
- Aditjandra, P. T. (2013). The impact of urban development patterns on travel behavior: Lessons learned from a British metropolitan region using macro-analysis and micro-analysis in addressing the sustainability agenda. *Research in Transportation Business & Management*, 7, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2013.03.008>
- Arndt, W.-H., & Zimmermann, F. (2012). *Mobilitätsverhalten in Deutschland [Mobility behavior in Germany]*. Deutsches Institut für Urbanistik.
- Batty, P., Palacin, R., & González-Gil, A. (2015). Challenges and opportunities in developing urban modal shift. *Travel Behaviour and Society*, 2(2), 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2014.12.001>
- Beckmann, K. J., Brüggemann, U., Gräfe, J., Huber, F., Meiners, H., Mieth, P., Moeckel, R., Mühlhans, H., Rindsfuser, G., Schaub, H., Schrader, R., Schürmann, C., Schwarze, B., Spiekermann, K., Strauch, D., Spahn, M., Wagner, P., & Wegener, M. (2007). *ILUMASS: Integrated land-use modelling and transport system simulation*. Final Report. German Aerospace Center (DLR). [http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/ILUMASS\\_Endbericht.pdf](http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/ILUMASS_Endbericht.pdf)
- Behr, F., & Ahaus, B. (2015). “Mobilität von Morgen – Bilder die (uns) bewegen” – Partizipation für Visionen zur Mobilität [Mobility of tomorrow – Pictures that move (us)]. In H.-J. Wagner & C. Sager (Ed.), *Wettbewerb “Energieeffiziente Stadt” – Kommunikation und Partizipation* (pp. 119–138). Münster: LIT Verlag.
- Bierwirth, A., Augenstein, K., Baur, S., Bettin, J., Buhl, J., Friege, J., Holtz, G., Jensen, T., Kaselofsky, J., Liedke, C., Palzkill, A., Saurat, M., Schneidewind, U., Schönborn, S., Schweiger, S., Viebahn, P., & Vondung, F. (2017). *Knowledge as transformative energy. On linking models and experiments in the energy transition in buildings*. oekom. <https://epub.wupperinst.org/frontdoor/index/index/docId/6658>
- Börjesson, M., Eliasson, J., Hugosson, M., & Brundell-Freij, K. (2012). The Stockholm congestion charges – 5 years on. Effects, acceptability and lessons learnt. *Transport Policy*, 20, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.11.001>
- Brand, C., Cluzel, C., & Anable, J. (2017). Modeling the uptake of plug-in vehicles in a heterogeneous car market using a consumer segmentation approach. *Transportation Research Part A*, 97, 121–136. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.01.017>
- Brand, C., Goodman, A., & Ogilvie, D. (2014). Evaluating the impacts of new walking and cycling infrastructure on carbon dioxide emissions from motorized travel: A controlled longitudinal study. *Applied Energy*, 128, 284–295. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.04.072>
- Brosch, K., Huber, F., Schwarze, B., Spiekermann, K., & Wegener, M. (2014). *Integriertes Modell Ruhrgebiet 2050 – Projektbeschreibung [Integrated Ruhr Area Model 2050 – Project description]*. [http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/EWR\\_1.1.1\\_Projektbeschreibung\\_Oktober\\_2014.pdf](http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/EWR_1.1.1_Projektbeschreibung_Oktober_2014.pdf)
- Buehler, R., & Pucher, J. (2011). Sustainable transport in Freiburg: Lessons from Germany’s environmental capital. *International Journal of Sustainable Transportation*, 5(1), 43–70. <https://doi.org/10.1080/15568311003650531>
- Buehler, R., Pucher, J., & Altshuler, A. (2017). Vienna’s path to sustainable transport. *International Journal of Sustainable Transportation*, 11(4), 257–271. <https://doi.org/10.1080/15568318.2016.1251997>
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). (2019a). *Klimaschutzbericht 2018 [Climate Protection Report 2189 2018]*. [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/2190Klimaschutz/klimaschutzbericht\\_2018\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/2190Klimaschutz/klimaschutzbericht_2018_bf.pdf)
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. (2019b). *Klimaschutz in Zahlen [Climate protection in numbers]*. Retrieved from [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Downloads/Broschueren/klimaschutz\\_zahlen\\_2019\\_broschuere\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Downloads/Broschueren/klimaschutz_zahlen_2019_broschuere_bf.pdf)
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) [Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety]. (2016). *Climate Action Plan 2050 – Principles and goals of the German government’s climate policy*. [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Downloads/Broschueren/klimaschutzplan\\_2050\\_en\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Downloads/Broschueren/klimaschutzplan_2050_en_bf.pdf)
- Bundesverband CarSharing e.V. (2013). bcs-Städtevergleich: CarSharing-Angebote in deutschen Großstädten über 200.000 Einwohnern [bcs city comparison: car sharing in German large cities with more than 200,000 inhabitants].
- Bundesverband CarSharing e.V. (2015, June 10). *CarSharing-Städteranking 2015 [Car sharing city ranking 2015]*. Press release. [https://carsharing.de/sites/default/files/uploads/pm\\_staedteranking\\_2015.pdf](https://carsharing.de/sites/default/files/uploads/pm_staedteranking_2015.pdf)
- Bundesverband CarSharing e.V. (2019). *CarSharing-Städteranking 2019 [Car sharing city ranking 2019]*. [http://carsharing.info/sites/default/files/uploads/tabelle\\_staedteranking\\_2019\\_0.pdf](http://carsharing.info/sites/default/files/uploads/tabelle_staedteranking_2019_0.pdf)
- City of Berlin. (2011). *Fußverkehrsstrategie für Berlin [Walking strategy for Berlin]*. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, Bereich Kommunikation. <https://www.berlin.de/sen/uvk/verkehr/verkehrsplanung/fussverkehr/mobilitaetsgesetz/fussverkehrsstrategie/>
- City of Bremen. (2020). *Bremen unter den weltweiten Top10 der Carsharing-Städte – Internationale “2020 Carshare City Awards” verliehen [Bremen among world wide top10 car sharing cities – international ‘2020 carshare city awards’ awarded]*. Bremen. <https://www.senatspressestelle.bremen.de/detail.php?gsid=bremen146.c.337243.de&asl=bremen02.c.732.de>
- City of Copenhagen. (2011). *Good, better, best – The city of Copenhagen’s bicycle strategy 2011-2025*. Technical and Environmental Administration Traffic Department. [http://kk.sites.itera.dk/apps/kk\\_pub2/pdf/823\\_Bg65v7UH2t.pdf](http://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/823_Bg65v7UH2t.pdf)
- City of Copenhagen. (2013). *Copenhagen - City of cyclists. Bicycle Account (2012)*. Technical and Environmental Administration, Traffic Department. [https://kk.sites.itera.dk/apps/kk\\_pub2/pdf/1034\\_pN9YE5rO1u.pdf](https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1034_pN9YE5rO1u.pdf)
- City of Copenhagen. (2015). *Co-create Copenhagen*. Technical and Environmental Administration. [https://kk.sites.itera.dk/apps/kk\\_pub2/pdf/1534\\_0TdC5G2XZr.pdf](https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1534_0TdC5G2XZr.pdf)
- City of Essen. (2014). *Section 02: Local transport. Application to become European Green Capital 2017*. <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/winning-cities/2017-essen/essen-2017-application/>
- City of Essen. (2019, September 25). *Modal-Split 2035: Handlungskonzept im Rat diskutiert [Modal split 2035: action plan discussed in council]*. [https://www.essen.de/meldungen/pressemeldung\\_1326741.de.html](https://www.essen.de/meldungen/pressemeldung_1326741.de.html)
- City of Nantes. (2009). *Chap 2 – Local transport. Application for European Green Capital 2013*. <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/05/EGCNantesUKChap2-F.pdf>
- City of Vienna. (1993). *Verkehrskonzept Wien – Leitlinien [Traffic concept Vienna – Guidelines]*. Magistrat der Stadt Wien,

- Magistratsabteilung 18. <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b006549.pdf>
- City of Vienna. (2015). *Wie finanziert sich der Öffentliche Verkehr in Wien? [How is public transport in Vienna financed?]* Article of 13 April 2015. Magistrat der Stadt Wien. <https://wien1x1.at/site/wie-finanziert-sich-der-oeffentliche-verkehr-in-wien/#02>
- City of Vitoria-Gasteiz. (2010). *Application for European Green Capital Award 2012-2013 – Vitoria-Gasteiz*. <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/04/European-Green-Capital-Award-2012-13-nuevo-estandar.pdf>
- CIVITAS. (2014). *CIVITAS study tour in Vitoria-Gasteiz, Spain, 19 & 20 June 2014*. [http://www.civitas.eu/sites/default/files/civitas\\_study\\_tour\\_vitoria-gasteiz\\_june\\_2014\\_measure\\_description\\_0.pdf](http://www.civitas.eu/sites/default/files/civitas_study_tour_vitoria-gasteiz_june_2014_measure_description_0.pdf)
- Conti, B. (2018). Modal shift and interurban mobility: Environmentally positive, socially regressive. *Journal of Transport Geography*, 69, 234–241. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.05.007>
- Creutzig, F., Mühlhoff, R., & Römer, J. (2012). Decarbonizing urban transport in European cities: Four cases show high co-benefits. *Environmental Research Letters*, 7(4), 044042. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/044042>
- Croci, E. (2016). *Urban road pricing: A comparative study on the experiences of London, Stockholm and Milan*. Transportation Research Procedia, 6th Transport Research Arena, Warsaw, Poland, April 18–21 (pp. 253–262). <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.062>
- Cuenot, F., Fulton, L., & Staub, J. (2012). The prospect for modal shifts in passenger transport worldwide and impacts on energy use and CO<sub>2</sub>. *Energy Policy*, 41, 98–106. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.07.017>
- Cycle Superhighways. (2019). *Cycle superhighway bicycle account 2019*. <https://supercykelstier.dk/wp-content/uploads/2016/03/Cycle-Superhighway-5Bicycle-Account-2020.pdf>
- Cycling Embassy of Denmark. (2018). *ITS solutions for cyclists*. <https://cyclingsolutions.info/its-solutions-for-cyclists/>
- de la Barra, T. (1989). *Integrated land use and transport modelling*. University Press.
- Echenique, M. H. (1985). The use of integrated land use transportation planning models: The cases of Sao Paulo, Brazil and Spain. In F. M. Bilbao (Ed.), *The practice of transportation planning* (pp. 263–286). Elsevier.
- Emery, F. (1977). *Futures we are in*. Martinus Nijhoff. (as cited in Wiek, 2013, p. 138).
- European Environment Agency. (2019). *Sustainability transitions: Policy and practice* (EEA Report, No 09/2019). Publications Office of the European Union. <https://www.eea.europa.eu/publications/sustainability-transitions-policy-and-practice>
- Fiorello, D., Huismans, G., López, E., Marques, C., Steenberghen, T., Wegener, M., & Zografos, K. G. (2006). *Transport strategies under the scarcity of energy supply*. In A. Monzon and A. Nuijten (Eds.), *STEPS Final Report*. Buck Consultants International. [http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/STEPS\\_Final\\_Report.pdf](http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/STEPS_Final_Report.pdf)
- Foletta, N. (2011a). Greenwich Millenium Village – London, United Kingdom. In N. Foletta & S. Field (Eds.), *Europe's vibrant new low car(bon) communities* (pp. 8–17). Institute for Transportation & Development Policy. [https://3gozaa3xxbpb499ejp30lxc8-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2014/07/15.-092611\\_ITDP\\_NED\\_Desktop\\_Print.pdf](https://3gozaa3xxbpb499ejp30lxc8-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2014/07/15.-092611_ITDP_NED_Desktop_Print.pdf)
- Foletta, N. (2011b). Hammarby Sjöstadt. In N. Foletta & S. Field (Eds.), *Europe's vibrant new low car(bon) communities* (pp. 30–45). Institute for Transportation & Development Policy. [https://3gozaa3xxbpb499ejp30lxc8-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2014/07/15.-092611\\_ITDP\\_NED\\_Desktop\\_Print.pdf](https://3gozaa3xxbpb499ejp30lxc8-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2014/07/15.-092611_ITDP_NED_Desktop_Print.pdf)
- Ford, A., Blythe, P., Dawson, R., & Barr, S. (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>
- Gaigg, V. (2019, February 13). Steigender Autoanteil in Wien löst Diskussion über Fahrverbote in City aus [Increasing modal share of car use in Vienna triggers discussion about vehicle bans in city]. *Der Standard*. <https://www.derstandard.at/story/2000097951392/erneut-rekorde-bei-wiener-oeffis-aber-auch-auto-anteil-in>
- Geels, F. W., Berkhout, F., & Van Vuuren, D. P. (2016). Bridging analytical approaches for low-carbon transitions. *Nature Climate Change*, 6(6), 576–583. <https://doi.org/10.1038/nclimate2980>
- Geels, F. W., McMeekin, A., & Pfluger, B. (2020). Socio-technical scenarios as a methodological tool to explore social and political feasibility in low-carbon transitions: Bridging computer models and the multi-level perspective in UK electricity generation (2010–2050). *Technological Forecasting & Social Change*, 151, 119258. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.04.001>
- German Advisory Council on Global Change (WBGU). (2011). *World in transition – A social contract for sustainability*. WBGU. <https://www.wbgu.de/en/publications/publication/world-in-transition-a-social-contract-for-sustainability>
- Göpel, M. (2016). *The great mindshift. How a new economic paradigm and sustainability transformations go hand in hand*. Springer Open. <https://www.springer.com/de/book/9783319437651>
- Gössling, S. (2013). Urban transport transitions: Copenhagen, City of Cyclists. *Journal of Transport Geography*, 33, 196–206. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.10.013>
- Grin, J., Rotmans, J., & Schot, J. (2010). Introduction: From persistent problems to system innovations and transitions. In J. Grin, J. Rotmans, & J. Schot (Eds.), *Transitions to sustainable development. New directions in the study of long term transformative change* (pp. 1–8). New York, NY: Routledge.
- Grindau, G. H., & Sagolla, W. (2012). Nahverkehr [Local transport]. In E. Kratzsch, S. Raskob, M. Lürwer, & U. Carow (Eds.), *Memorandum zur Bewerbung der Metropole Ruhr als „Grüne Hauptstadt Europas“ [Memorandum of the Ruhr Metropolitan Regions's application as "European Green Capital"]* (pp. 64–65). Bochum, Essen, Dortmund: Cities of Bochum, Essen, Dortmund, Regionalverband Ruhr. [https://rathaus.dortmund.de/dosys/grem-rech2.nsf/0/580A531843D9D883C12579B8004BE9CA/\\$FILE/Memorandum\\_Gruene\\_Hauptstadt\\_Europas.pdf.pdf](https://rathaus.dortmund.de/dosys/grem-rech2.nsf/0/580A531843D9D883C12579B8004BE9CA/$FILE/Memorandum_Gruene_Hauptstadt_Europas.pdf.pdf)
- Gudmundsson, H., Wyatt, A., & Gordon, L. (2005). Benchmarking and sustainable transport policy: Learning from the BEST network. *Transport Reviews*, 25(6), 669–690. <https://doi.org/10.1080/014416405000414824>
- Hammadou, H., & Papaix, C. (2015). Policy packages for modal shift and CO<sub>2</sub> reduction in Lille, France. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 38, 105–116. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.04.008>
- Hensher, D. A. (2008). Climate change, enhanced greenhouse gas emissions and passenger transport – What can we do to make a difference? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 13(2), 95–111. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2007.12.003>
- Hickman, R., Ashiru, O., & Banister, D. (2010). Transport and climate cahnge: Simulating the options for carbon reduction in London. *Transport Policy*, 17(2), 110–125. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2009.12.002>
- Hickman, R., & Banister, D. (2007). Looking over the horizon: Transport and reduced CO<sub>2</sub> emissions in the UK by 2030. *Transport Policy*, 14(5), 377–387. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.04.005>
- Holtz, G., Alkemade, F., de Haan, F., Köhler, J., Trutnevte, E., Luthe, T., Halbe, J., Papachristos, G., Emile Chappin, E., Kwakkel, J., & Ruutu, S. (2015). Prospects of modelling societal transitions: Reunion paper of an emerging community. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 17, 41–58. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.05.006>
- Holz-Rau, C., Zimmermann, K., & Follmer, R. (2018). Der Modal Split als Verwirrspiel [Confusing modal split]. *Straßenverkehrstechnik*, 62(8), 539–550.
- Hunt, J. D., & Abraham, J. E. (2005). Design and implementation of PECAS: A generalised system for the allocation of economic production, exchange and consumption quantities. In M. E. H. Lee-Gosselin & S. T. Doherty (Eds.), *Integrated land-use and transportation models: Behavioural foundations* (pp. 253–274). Elsevier.
- Hunt, J. D., Kriger, D. S., & Miller, E. J. (2005). Current operational urban land-use-transport modelling frameworks: A review. *Transport Reviews*, 25(3), 329–376. <https://doi.org/10.1080/0144164052000336470>



- Hutter, D. (2019). *München wird zur Tempo-30-Zone [Munich becomes tempo-30-zone]*. Süddeutsche Zeitung of 14 July 2019. <https://www.sueddeutsche.de/muenchen/muenchen-verkehr-tempo-30-zonen-1.4523896>
- Iacono, M., Levinson, D., & El-Geneidy, A. (2008). Models of transportation and land use change: A guide to the territory. *Journal of Planning Literature*, 22(4), 323–340. <https://doi.org/10.1177/0885412207314010>
- International Energy Agency. (2009). Transport energy and CO<sub>2</sub>: Moving towards sustainability. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264073173-en>
- Intergovernmental Panel on Climate (IPCC). (2018). Summary for policymakers. In V. Masson-Delmotte, 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. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, & T. Waterfield (Eds.), *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*. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15\\_Full\\_Report\\_Low\\_Res.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_Low_Res.pdf)
- Joshi, K. (2020). *Oslo city hits new milestone – Most electric vehicles per capita*. <https://thedriven.io/2020/07/07/oslo-city-hits-new-milestone-most-electric-vehicles-per-capita/>
- Kemp, R., Loorbach, D., & Rotmans, J. (2007). Transition management as a model for managing processes of co-evolution towards sustainable development. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 14(1), 15–78. <https://doi.org/10.1080/13504500709469709>
- Kii, M., Akimoto, K., & Doi, K. (2014). Measuring the impact of urban policies on transportation energy saving using a land use-transport model. *IATSS Research*, 37(2), 98–109. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2014.03.002>
- Kii, M., Nakanishi, H., Nakamura, K., & Doi, K. (2016). Transportation and spatial development: An overview and a future direction. *Transport Policy*, 49, 148–158. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.04.015>
- Kodransky, M., & Hermann, G. (2011). Europe's parking U-turn: From accommodation to regulation. Institute for Transportation & Development Policy (ITDP). [https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2014/07/Europes\\_Parking\\_U-Turn\\_ITDP.pdf](https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2014/07/Europes_Parking_U-Turn_ITDP.pdf)
- Köhler, J., Geels, F. W., Kern, F., Markard, J., Onsongo, E., Wiecek, A., Alkemade, F., Avelino, F., Bergek, A., Boons, F., Fünfschilling, L., Hess, D., Holtz, G., Hyysalo, S., Jenkins, K., Kivimaa, P., Martiskainen, M., McMeekin, A., Mühlemeier, M. S., ... Wells, P. (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>
- Kosow, H., & Gaßner, R. (2008). *Methoden der Zukunfts- und Szenarioanalyse. Überblick, Bewertung und Auswahlkriterien [Methods of future and scenario analysis. Overview, assessment and selection criteria]*. Institute for Futures Studies and Technology Assessment. [https://www.izt.de/fileadmin/downloads/pdf/IZT\\_WB103.pdf](https://www.izt.de/fileadmin/downloads/pdf/IZT_WB103.pdf)
- Kraftfahrtbundesamt. (2021). *Jahresbilanz - Neuzulassungen 2020 [Annual balance of new admissions 2020]*. [https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/jahresbilanz/jahresbilanz\\_inhalt.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/jahresbilanz/jahresbilanz_inhalt.html)
- Lautso, L., Spiekermann, K., Wegener, M., Sheppard, I., Steadman, P., Martino, A., Domingo, R., & Gayda, S. (2004). *PROPOLIS: Planning and research of policies for land use and transport for increasing urban sustainability*. PROPOLIS Final Report. LT Consultants. [http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/PROPOLIS\\_Final\\_Report.pdf](http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/PROPOLIS_Final_Report.pdf)
- Loorbach, D., Frantzeskaki, N., & Avelino, F. (2017). Sustainability transitions research: Transforming science and practice for societal change. *Annual Review of Environment and Resources*, 42(1), 599–626. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102014-021340>
- Loorbach, D., & Shiroyama, H. (2016). The challenge of sustainable urban development and transforming cities. In D. Loorbach, H. Shiroyama, J. Fujino, & S. Mizuguchi (Eds.), *Governance of urban sustainability transitions. European and Asian experiences* (pp. 3–12). Theory and Practice of Urban Sustainability Transitions. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-4-431-55426-4>
- Loorbach, D. A. (2007). *Transition management. New mode of governance for sustainable development* [Phd thesis]. Erasmus Universiteit Rotterdam.
- Macmillen, J., & Stead, D. (2014). Learning heuristic or political rhetoric? Sustainable mobility and the functions of best practice. *Transport Policy*, 35, 79–87. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.05.017>
- Martinez, F. J. (1996). MUSSA: Land use model for Santiago City. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1552(1), 126–134. <https://doi.org/10.1177/0361198196155200118>
- 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://doi.org/10.1126/science.aaa1451>
- Meine, K. (1989). Wind of change [Recorded by Scorpions]. On *Crazy World* [CD].: Los Angeles, CA & Hilversum: Mercury Records (1990). Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=n4RjJKxsamQ>
- Miyamoto, K., & Kitazume, K. (1989). A land use model based on random utility/rent-bidding analysis (RURBAN). *Selected Proceedings of the Fifth World Conference on Transport Research* (4) (pp. 107–121). Yokohama, Japan.
- Moeckel, R., Moreno Chou, A. T., Garcia, C. L., & Okrah, M. B. (2018). Trends in integrated land-use/transport modeling: An evaluation of the stat of the art. *Journal of Transport and Land Use*, 11(1), 463–476. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2018.1205>
- Müller, M. (2016). Semester tickets for university students in Germany: A success story for 25 years. *World Transport Policy and Practice*, 21(4), 7–18.
- Müller, M., & Reutter, O. (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, M., & Reutter, O. (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.
- Neubauer, L., Thunberg, G., von der Heyden, A. d. W., & Charlier, A. (2020, July 16). *Face the climate emergency. Open letter and demands to EU and global leaders*. <https://climateemergency.eu.org>
- Neves, A., & Brand, C. (2019). Assessing the potential for carbon emissions savings from replacing short car trips with walking and cycling using a mixed GPS-travel diary approach. *Transportation Research Part A*, 123, 130–146. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.022>
- Nobis, C., & Kuhnimhof, T. (2019). *Mobilität in Deutschland – MiD Ergebnisbericht [Mobility in Germany – MiD final report]*. A study of infas, DLR, IVT, infas 360 on behalf of Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure. <https://www.mobilitaet-in-deutschland.de>
- Ott, R. (2006). Umsetzung der Zürcher Mobilitätsstrategie [Implementation of the Zürcher mobility strategy]. City of Zurich, Tiefbauamt (Ed.), Zurich. Retrieved from <https://docplayer.org/39254283-Umsetzung-der-zuercher-mobilitaetsstrategie.html>
- Padmanabhan, M. (2018). Introduction – Transdisciplinarity for sustainability. In M. Padmanabhan (Ed.), *Transdisciplinary research and sustainability: Collaboration, innovation and transformation* (pp. 1–32). Routledge Studies in Environment, Culture, and Society.
- Potter, S. (2007). Exploring approaches towards a sustainable transport system. *International Journal of Sustainable Transportation*, 1(2), 115–131. <https://doi.org/10.1080/15568310601091999>
- Pritchard, R., Bucher, D., & Frøyen, Y. (2019). Does now bicycle infrastructure result in new or rerouted bicyclists? A longitudinal GPS

- study in Oslo. *Journal of Transport Geography*, 77, 113–125. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.05.005>
- Pucher, J., Dill, J., & Handy, S. (2010). Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review. *Preventive Medicine*, 50, S106–S125. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2009.07.028>
- Raskin, P., Banuri, T., Gallopin, G., Gutman, P., Hammond, A., Kates, R., & Swart, R. (2002). *Great transition – The promise and lure of the times ahead*. Global Scenario Group, Stockholm Environment Institute. [https://www.researchgate.net/publication/273698260\\_The\\_Great\\_Transition\\_The\\_Promise\\_and\\_Lure\\_of\\_Times\\_Ahead](https://www.researchgate.net/publication/273698260_The_Great_Transition_The_Promise_and_Lure_of_Times_Ahead)
- Raskin, P. D., Electris, C., & Rosen, R. A. (2010). The century ahead: Searching for sustainability. *Sustainability*, 2(8), 2626–2651.10.3390/su2082626. <https://doi.org/10.3390/su2082626>
- Raskin, P. D., Gallopin, G., Gutman, P., Hammond, A., & Swart, R. (1998). Bending the curve: Toward global sustainability. Global Scenario Group, Stockholm Environment Institute. <https://www.sei.org/publications/bending-curve-toward-global-sustainability/>
- Reutter, O., Müller, M., Esken, A., Fekkek, M., Gröne, M.-C., Richard, J., Treude, M. (2017). *Die Lage der Umwelt in der Metropole Ruhr – dargestellt anhand von 15 Umweltindikatoren [The state of the environment in the Ruhr Metropolitan Region - presented using 15 environmental indicators]*. Wuppertal Institute in cooperation with Planungsbüro Richter-Richard, in: Regionalverband Ruhr (Ed.): Bericht zur Lage der Umwelt in der Metropole Ruhr [Report about the state of the environment in the Ruhr Metropolitan Region]. <https://shop.rvr.ruhr/media/pdf/18/b3/22/Umweltbericht-Ruhr-2017.pdf>
- Reutter, O., Berlo, K., Bierwirth, A., Boehler-Baedeker, S., Brinkmann, C., Fekkek, M., Friedrichowitz, C., Friege, J., Grimmer, K., Jansen, U., Kaselofsky, J., Klement, J., Lechtenböhrer, S., Lucas, R., Müller, M., Nanning, S., Rohne, H., Schäfer-Sparenberg, C., Schepelmenn, P., Schulz, S., Wagner, O. (2013). Metropole Ruhr - Grüne Hauptstadt Europas [Ruhr Metropolitan Region - European Green Capital]. In cooperation with Planungsbüro Richter-Richard. Wuppertal: Wuppertal Institute. [http://wupperinst.org/uploads/tx\\_wupperinst/Metropole\\_Ruhr\\_Endbericht.pdf](http://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/Metropole_Ruhr_Endbericht.pdf)
- Reutter, O., & Reutter, U. (2016). Climate protection in urban transport – Six scenario studies in Germany: More climate protection, fewer carbon dioxide emissions, less car traffic. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 4, 75–85. <https://doi.org/10.17265/2328-2142/2016.02.002>
- Regionalverband Ruhr [RVR]. (2014). *Perspektiven für die räumliche Entwicklung der Metropole Ruhr [Perspectives for spatial developments in the Ruhr Metropolitan Region]*. [https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user\\_upload/01\\_RVR\\_Home/02\\_Themen/Regionalplanung\\_Entwicklung/Regionaler\\_Diskurs/2013\\_Entwurf\\_Perspektiven.pdf](https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Regionalplanung_Entwicklung/Regionaler_Diskurs/2013_Entwurf_Perspektiven.pdf)
- Regionalverband Ruhr [RVR]. (2018, September 12). *RVR legt regionale Ergebnisse der deutschlandweiten Mobilitätsstudie vor* [RVR presents regional results of the German-wide mobility study]. Press release [online].
- Regionalverband Ruhr [RVR]. (2019). *Regionales Mobilitätsentwicklungskonzept für die Metropole Ruhr (Entwurf) [Regional mobility concept for the Metropolitan Ruhr Region (draft)]*. Report developed by Planersocietät, Gertz Gutsche Rümenapp, Goudappel Coffeng b.v., Spiekermann & Wegener (S&W) Stadt- und Regionalforschung, HTC – Hanseatic Transport Consultancy. Author. [https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user\\_upload/01\\_RVR\\_Home/02\\_Themen/Mobilitaet/Mobilitaetskonzepte/Entwurf\\_Endbericht\\_Regionales\\_Mobilitaetsentwicklungskonzept.pdf](https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Mobilitaet/Mobilitaetskonzepte/Entwurf_Endbericht_Regionales_Mobilitaetsentwicklungskonzept.pdf)
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin, F. S., Lambin, E., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., ... Foley, J. (2009). Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, 14(2), 32. <https://doi.org/10.5751/ES-03180-140232>
- Rotmans, J., Kemp, R., & van Asselt, M. (2001). More evolution than revolution: Transition management in public policy. *Foresight*, 3(1), 15–31. <https://doi.org/10.1108/14636680110803003>
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU). (2019). *Für die Umsetzung ambitionierter Klimapolitik und Klimaschutzmaßnahmen [For implementing ambitious climate policies and climate protection measures]*. Open letter of 16 September 2019. [https://www.umwelt-trat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04\\_Stellungnahmen/2016\\_2020/2019\\_09\\_Brief\\_Klimakabinettd.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.umwelt-trat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2016_2020/2019_09_Brief_Klimakabinettd.pdf?__blob=publicationFile&v=5)
- Sadler Consultants Ltd. (n.d.). *Urban access regulations in Europe*. European Commission. <http://www.urbanaccessregulations.eu>
- Santos, G., Behrendt, H., & Teytelboym, A. (2010). Part II: Policy instruments for sustainable road transport. *Research in Transportation Economics*, 28(1), 46–91. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2010.03.002>
- Schneidewind, U. (2013). Gesellschaftliche Veränderungsprozesse verstehen und gestalten [Transformative literacy. Understanding and shaping societal transformations]. *Gaia - Ecological Perspectives for Science and Society*, 22(2), 82–86. <https://doi.org/10.14512/gaia.22.2.5>
- Schwarze, B., Spiekermann, K., Wegener, M., Huber, F., Brosch, K., Reutter, O., & Müller, M. (2017). *Cities and climate change: Ruhr area 2050 – Integrated Ruhr area model and regional modal shift*. [http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/EWR\\_Ruhr\\_Area\\_260717.pdf](http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/EWR_Ruhr_Area_260717.pdf)
- Scorpions. (1990). *Wind of change*. Song released on 6 November 1990 on the album “Crazy World”. <https://www.youtube.com/watch?v=n4RjKxsamQ>.
- Simmonds, D. C. (1999). The design of the DELTA land-use modelling package. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 26(5), 665–684. <https://doi.org/10.1068/b260665>
- 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. (2014). Transport. In 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 (Eds.), *Climate change 2014: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (pp. 599–670). Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>
- Singleton, J. (2015). Head, heart and hands model for transformative learning: Place as context for changing sustainability values. *Journal of Sustainability Education*, 9, 1–16. <http://www.jsedimensions.org/wordpress/wp-content/uploads/2015/03/PDF-Singleton-JSE-March-2015-Love-Issue.pdf>.
- Sondeijker, S., Geurts, J., Rotmans, J., & Tukker, A. (2006). Imagining sustainability: The added value of transition scenarios in transition management. *Foresight*, 8(5), 15–30. <https://doi.org/10.1108/14636680610703063>
- Spiekermann, K., & Wegener, M. (2005). *Räumliche Szenarien für das östliche Ruhrgebiet [Spatial scenarios for the Eastern Ruhr Area]*. Final Report. Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung und Bauwesen des Landes Nordrhein-Westfalen (ILS NRW). [http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/ILS\\_Raumszenarien.pdf](http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/ILS_Raumszenarien.pdf)
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., de Vries, W., de Wit, C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- The Guardian. (2021). *Electric cars rise to record 54% market share in Norway*. <https://www.theguardian.com/environment/2021/jan/05/electric-cars-record-market-share-norway>.
- Transport for London (TfL). (2007). *Impacts monitoring*. Fifth Annual Report, July 2008. <http://content.tfl.gov.uk/fifth-annual-impacts-monitoring-report-2007-07-07.pdf>
- Turnheim, B., Asquith, M., & Geels, F. W. (2020). Making sustainability transitions research policy-relevant: Challenges at the science-policy interface. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 34, 116–120. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.12.009>
- Umweltbundesamt. (2019a). *Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-*

- Protokoll. *Nationaler Inventarbericht Zum Deutschen Treibhausgasinventar, 1990 – 2017* [Reporting under the climate framework convention of the *United Nations and the Kyoto Protocol. National inventory report, greenhouse gas inventory 1990–2017*]. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Umweltbundesamt. (2019b). *Daten der deutschen Berichterstattung atmosphärischer Emissionen - Treibhausgase 1990–2017* [Data of German reporting on atmospheric emissions – greenhouse gases 1990–2017]. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Umweltbundesamt. (2019c). *Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990 – 2017* [National trend tables for German reporting on atmospheric emissions 1990–2017]. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2015). *Paris agreement*. United Nations. [http://unfccc.int/files/essential\\_background/convention/application/pdf/english\\_paris\\_agreement.pdf](http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf)
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2021). *Paris agreement – Status of ratification*. <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>
- Ullrich, D. (2004). Karte der Siedlungsstruktur des Ruhrgebiets [Map of settlement structures of the Ruhr Area]. Retrieved from [https://de.wikipedia.org/wiki/Ruhrgebiet#/media/Datei:Ruhr\\_area-map.png](https://de.wikipedia.org/wiki/Ruhrgebiet#/media/Datei:Ruhr_area-map.png)
- Uruña, S. (2019). Understanding “plausibility”: A relational approach to the anticipatory heuristics of future scenarios. *Futures*, 111, 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2019.05.002>
- Van Vuuren, D. P., Kok, M., Lucas, P. L., Prins, A. G., Alkemade, R., Van den Berg, M., Bouwman, L., Van der Esch, S., Jeuken, M., Kram, T., & Stehfest, E. (2015). Pathways to achieve a set of ambitious global sustainability objectives by 2050: Explorations using the IMAGE integrated assessment model. *Technological Forecasting and Social Change*, 98, 303–323. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.03.005>
- Waddell, P. (2002). UrbanSim: Modeling urban development for land use, transportation and environmental planning. *Journal of the American Planning Association*, 68(3), 297–314. <https://doi.org/10.1080/01944360208976274>
- Waluga, G. (2017). *Das Bürgerticket für den öffentlichen Personennahverkehr. Nutzen – Kosten – Klimaschutz* [The citizen ticket for public transport. Benefits, costs, climate protection], *Wuppertaler Schriften zur Forschung für eine nachhaltige Entwicklung, Band 9*. Munich: oekom. [https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6751/file/WSFN9\\_Waluga.pdf](https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6751/file/WSFN9_Waluga.pdf)
- Wegener, M. (1982). Modeling urban decline: A multilevel economic-demographic model of the Dortmund region. *International Regional Science Review*, 7(2), 217–241. <https://doi.org/10.1177/016001768200700207>
- Wegener, M. (2004). Overview of land-use transport models. In D. A. Hensher & K. Button (Eds.), *Handbook of transport geography and spatial systems* (Vol. 5, pp. 127–146). Pergamon/Elsevier Science.
- Wegener, M. (2014). Land-use transport interaction models. In M. Fischer & P. Nijkamp (Eds.), *Handbook of regional science* (pp. 741–758). Springer.
- Wegener, M. (2018). *The IRPUD Model* (Working Paper 18/01). Spiekermann & Wegener Urban and Regional Research. <http://www.spiekermann-wegener.de/mod/pdf/AP1801.pdf>
- Wegener, M. (2020). Chapter 9: Are urban land-use transport interaction models planning support systems? In S. Geertman & J. Stillwell (Eds.), *Handbook of planning support science* (pp. 153–160). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781788971089.00017>
- Wiek, A., Binder, C., & Scholz, R. W. (2006). Functions of scenarios in transition processes. *Futures*, 38(7), 740–766. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2005.12.003>
- Wiek, A., Keeler, L. W., Schweizer, V., & Lang, D. J. (2013). Plausibility indications in future scenarios. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 9(2/3/4), 133–147. <https://doi.org/10.1504/IJFIP.2013.058611>
- Wiener Stadtwerke. (2020). *Geschäftsbericht 2019* [Annual Report 2019]. <https://www.wienerstadtwerke.at/eportal3/ep/contentView.do?pageTypeId/71283/programId/3600056/contentTypeId/1001/channelId/-49476/contentId/5001347>
- Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy. (2013). *Metropole Ruhr – Grüne Hauptstadt Europas* [Ruhr Metropolitan Region – European Green Capital]. (In cooperation with Reutter, O., Berlo, K., Bierwirth, A., Boehler-Baedeker, S., Brinkmann, C., Fekkek, M., Friedrichowitz, C., Friege, J., Grimmer, K., Jansen, U., Kaselofsky, J., Klement, J., Lechtenböhrer, S., Lucas, R., Müller, M., Nanning, S., Rohne, H., Schäfer-Sparenberg, C., Schepelmenn, P., Schulz, S., Wagner, O.). [http://wupperinst.org/uploads/tx\\_wupperinst/Metropole\\_Ruhr\\_Endbericht.pdf](http://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/Metropole_Ruhr_Endbericht.pdf)
- Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy. (2017). *Die Lage der Umwelt in der Metropole Ruhr – dargestellt anhand von 15 Umweltindikatoren* [The state of the environment in the Ruhr Metropolitan Region – presented using 15 environmental indicators]. (In cooperation with Planungsbüro Richter-Richard. Reutter, O., Müller, M., Esken, A., Fekkek, M., Gröne, M.-C., Richard, J., Treude, M., in: Regionalverband Ruhr (Ed.): Bericht zur Lage der Umwelt in der Metropole Ruhr) [Report about the state of the environment in the Ruhr Metropolitan Region]. <https://shop.rvr.ruhr/media/pdf/18/b3/22/Umweltbericht-Ruhr-2017.pdf>
- Zhang, W., & Zhang, M. (2018). Incorporating land use and pricing policies for reducing car dependence: Analytical framework and empirical evidence. *Urban Studies*, 55(13), 3012–3033. <https://doi.org/10.1177/0042098017720150>
- Zimmer, W., Blanck, R., Cyganski, R., Peter, M., Wolfermann, A., & Mocanu, T. (2017). *Renewability: Options for a decarbonisation of the transport sector up to 2050*. ECEEE Summer Study Proceedings. [https://www.researchgate.net/profile/Rita\\_Cyganski/publication/318317352\\_Renewability\\_options\\_for\\_a\\_decarbonisation\\_of\\_the\\_transport\\_sector\\_up\\_to\\_2050/links/59634541a6fdccc9b152bcee/Renewability-options-for-a-decarbonisation-of-the-transport-sector-up-to-2050.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rita_Cyganski/publication/318317352_Renewability_options_for_a_decarbonisation_of_the_transport_sector_up_to_2050/links/59634541a6fdccc9b152bcee/Renewability-options-for-a-decarbonisation-of-the-transport-sector-up-to-2050.pdf)



## Appendix 1: Realized past reduction rates of the modal share of car use in the thirteen real-world city examples – overall and during accelerated times of change

City (inhabitants)	Trip-based modal share of car use (%)				Time interval in years	Development of modal share of car use	
	Earliest data available	Latest data available		In total (percentage points)		On average (percentage points per year)	
Barcelona (1.6 m)	2006	28.5	2013	24.2	7	-4.3	-0.6
Berlin (3.8 m)	1998	38	2018	26	20	-12	-0.6
Bremen (569,000)	2008	40,4	2018	35,6	10	-2,4	-0.5
Copenhagen (632,000)	2007	36	2018	32	11	-4	-0.4
<i>Long-term average</i>							
<i>Copenhagen sharpest reduction phase</i>	<i>2008</i>	<i>37</i>	<i>2010</i>	<i>33</i>	<i>2</i>	<i>-4</i>	<i>-2.0</i>
Karlsruhe (306,000)	1982	44	2018	33	35	-6	-0.3
<i>Long-term average</i>							
<i>Karlsruhe sharpest reduction phase</i>	<i>2002</i>	<i>44</i>	<i>2012</i>	<i>35</i>	<i>10</i>	<i>-9</i>	<i>-0.9</i>
London (8.9 m Greater London, 3.3 m Inner London)	1996	49	2017	36	21	-13	-0.6
<i>Long-term average</i>							
<i>London sharpest reduction phase</i>	<i>1999</i>	<i>48</i>	<i>2008</i>	<i>40</i>	<i>9</i>	<i>-8</i>	<i>-0.9</i>
Munich (1.5 m)	2002	41	2017	34	15	-7	-0.5
<i>Munich sharpest reduction phase</i>	<i>2002</i>	<i>41</i>	<i>2008</i>	<i>37</i>	<i>6</i>	<i>-4</i>	<i>-0.7</i>
Nantes (309,000)	1997	60.3	2012	52	15	-8.3	-0.6
<i>Long-term average</i>							
<i>Nantes sharpest reduction phase</i>	<i>2002</i>	<i>63.1</i>	<i>2012</i>	<i>52</i>	<i>10</i>	<i>-11.1</i>	<i>-1.1</i>
Oslo (693,000)	2005	45	2015	34	10	-11	-1.1
<i>Long-term average</i>							
<i>Oslo sharpest reduction phase</i>	<i>2005</i>	<i>45</i>	<i>2011</i>	<i>34</i>	<i>6</i>	<i>-11</i>	<i>-1.8</i>
Stockholm (950,000)	2004	48	2006	47	2	-1	-0.5
Vienna (1.9 m)	1993	40	2020	27	27	-13	-0.5
<i>Long-term average</i>							
<i>Vienna sharpest reduction phase</i>	<i>2002</i>	<i>37</i>	<i>2012</i>	<i>27</i>	<i>10</i>	<i>-10</i>	<i>-1.0</i>
Vitoria-Gasteiz (250,000)	1996	36	2014	24.7	18	-11.3	-0.6
<i>Long-term average</i>							
<i>Vitoria-Gasteiz sharpest reduction phase</i>	<i>2006</i>	<i>36.9</i>	<i>2014</i>	<i>24.7</i>	<i>8</i>	<i>-12.2</i>	<i>-1.5</i>
Zurich (434,000)	2000	40	2015	25	15	-15	-1.0

Sources and additional modal split data: [Supplemental online material](#).

The italics emphasize when city modal split data is additionally analyzed regarding “sharpest reduction phases” (as compared to only “long-term averages”).

## Appendix 2: Targets to reduce the modal share of car use

City	Starting point <sup>a</sup>	Trip-based modal share target of car use	Time interval in years	Reduction of modal share of car use	
				Overall (percentage points)	Average per year (percentage points, rounded)
Ruhr Metropolitan Region (target proposal based on 2012 data)	53% in 2012	25% by 2035	23	-28	-1.2
Copenhagen (target of 2015)	33% in 2014	25% by 2025	11	-8	-0.7
London (target of 2017)	36.5% in 2016	20% by 2041	25	-16.5	-0.7
Vienna <sup>b</sup> (target of 2014)	28% in 2014	20% by 2025	11	-8	-0.7
	20% in 2025 (assumed)	15% by 2030	5	-5	-1.0
Zurich (target of 2012)	30% in 2010	20% by 2025	15	-10	-0.7

<sup>a</sup>The starting point is the modal share of car use in the year closest to the year the target is adopted (or proposed in case of the Ruhr Metropolitan Region).

<sup>b</sup>Further target of the City of Vienna: "far below 15%" by 2050. Sources and additional data: [Supplemental online material](#).

## Appendix 3: Modeling results of the transport measures in the ILUT "Ruhr Area Model 2050"

1990 2015		Trip-based modal share of motorized private transport (in %)		CO <sub>2</sub> emissions of transport (tons/inhabitant/year)	
		A-scenarios ~58	B-scenarios ~53	A-scenarios ~1.5	B-scenarios ~1.0
	Business as usual (BAU) 2050	~50	~54	~1.2	~1.6
	Measure scenarios	Approximate impacts of measures compared to the BAU scenarios 2050 (in percentage points)		Approximate impacts of measures compared to the BAU scenarios 2050 (in %)	
	Land use				
	13 Densification at railway stations	0	0	0%	0%
	23 New housing at railway stations	0	0	-1%	-1%
	Efficiency				
	32 Promotion of electric mobility	0	0	-14%	-14%
	33 Area-wide car sharing	-1.5	-1	-1%	+1%
	34 Increased energy efficiency of the vehicle fleet	+2.5	+4	-45%	-29%
	Car (push)				
	41 Regional toll Ruhr Metropolitan Region	-3	-3	-3%	-3%
	42 Reallocation of road space	-2	-1	-41%	-26%
	43 Area-wide speed limits	-1.5	-2	-24%	-16%
	44 Increased parking fees	0	0	-1%	-1%
	Public transport (pull)				
	51 Extension of public transport network	-0.2	-0.2	0%	0%
	52 More frequent public transport services	-2	-2.2	+19%	+28%
	53 Introduction of a 'citizen ticket'	-1.5	-2	-1%	-1%
	Cycling (pull)				
	61 System acceleration of cycling	0	0	0%	0%
	62 Fast cycling routes network	0	0	0%	0%
	Walking (pull)				
	71 System acceleration of walking	-0.8	-1	-1%	0%
	Combined scenarios				
	81 Land-use	0	+0.5	-1%	-2%
	82 Efficiency measures	0	+2	-45%	-29%
	83 Push measures (car)	-9	-7	-59%	-45%
	84 Pull measures (public transport, cycling, walking)	-3.5	-4.8	+19%	+29%
	85 All measures	-21	-18	-53%	-40%
	91 Push & pull measures	-19	-13	-42%	-12%
	92 Push & pull & energy efficiency	-19	-15	-53%	-40%

Own numerical reporting of the graphic modeling results of S&W in Reutter et al. (2013); A-scenarios: 1% fuel price increase per year; B-scenarios: 4% fuel price increase per year.

1 Keep moving: Better understanding joint pathway creations in  
2 urban mobility using reconfigurative multi-level analysis and  
3 ‘urban landscapes’  
4

5 Word counts (abstract and words in (sub-)headlines not counted)

Max. 8.000 words excluding references/figures/tables		
	Words written	Proportions written
Introduction	1.057	13%
Framework/theory	1.229	15%
Methods	375	5%
Results - Bremen	985	12%
Results - Karlsruhe	951	12%
Results - Leipzig	1.167	15%
Cross-Evaluation	1.065	13%
Discussion	1.172	15%
Conclusions	243	3%
	<b>8.244</b>	<b>103%</b>

6 Highlights (3-5 bullet points; novel results & new methods, 125  
7 characters per highlight including spaces)

- 8 • Presents comparative in-depth case
- 9 • studies of urban mobility transitions.
- 10 • Combines multi-level-perspective, branching phases and reconfigurative system
- 11 analysis to map multi-regime mobility pathways.
- 12 • Thoroughly considers the role of ‘place’ by adding ‘urban landscapes’ to MLP to
- 13 consider deeply rooted urban peculiarities.
- 14 • Figures make reconfigurative pathway structures visible and comparable.
- 15 • Results reveal structure-agency relations, multi-regime interrelations across time and
- 16 the role of agency.

17 Keywords (6)

18 urban mobility transitions, reconfiguration pathway creation, urban landscape, branching  
19 phases, comparative research, multi-level-perspective

20 Abstract (150 words; currently: 147 words)

21 In a comparative “whole system” analysis, the paper aims to understand “why” (success  
22 mechanisms) and “how” (dynamics) three German case study cities have become relatively  
23 successful in in sustainable mobility through modal shift. The conceptual framework analyses  
24 reconfigurative mobility pathways by identifying key “branching phases” when considerable  
25 change took place and identifies structure, agency and situative factors to understand multi-  
26 regime and procedural knock-on developments. The paper systematically considers the role of  
27 „place“ by considering a layer of ‘urban landscape’ as deeply rooted local characteristics that  
28 provide additional explanatory value for better understanding locally-specific pathways.

29 Framework application visualizes pathways and underlying structure-agency relations,  
30 interrelations across time and the role of agency for pathway creations. ‘Deep’ transitions  
31 require changes in values, perceptions and cultures that can be sensed in the cities analyzed.  
32 Change agents need transformative literacy to ‘read’ and act appropriately to structural  
33 conditions and ongoing transition processes.

## 34 1 Introduction

35  
36 Better understanding past and ongoing sustainability transitions lies at the heart of transition  
37 research to derive actionable knowledge to facilitate rapid transitions (Roberts & Geels 2019;  
38 Truffer et al. 2022). Research increasingly turns to cities for analyzing transition processes.  
39 Cities are considered places of particular ‘transformative power’ where socio-technical  
40 innovations are tested and experimented with (Wolfram et al. 2019). For climate protection  
41 and sustainability reasons, accelerated action is needed across all sectors and by consequently  
42 pursuing all available strategies (IPCC 2023). One crucial strategy to make passenger transport  
43 more sustainable is shifting motorized private transport (MPT) to the environmentally friendly  
44 transport modes (walking, cycling, public transport (PT); complementary car sharing). This  
45 requires an integrated approach with traffic avoidance and improved energy efficiency (avoid-  
46 shift-improve approach; Sims et al. 2014: 603).

47  
48 Modal shift comprises measures that can be particularly well addressed in urban areas, because  
49 cities have dense and mixed-use settlement structures and modal shift is a classical action field  
50 of local policy makers (Müller & Reutter 2020). Effectively shifting MPT requires the combined  
51 implementation of push measures that are restrictive against car use (e.g., parking fees,  
52 reallocation of road space) and pull measures that improve environmentally friendly transport  
53 modes (e.g., extended PT services, improved walking and cycling conditions) (Müller & Reutter  
54 2022). From a normative sustainability perspective, cities should significantly reduce the trip-  
55 based share of car use (Müller & Reutter 2017). This requires deep-structural changes of  
56 technologies and infrastructures and also of policies, markets, practices and cultural meanings  
57 (Geels 2004). While the available options to achieve substantial modal shift are well-known for  
58 a long time (Santos et al., 2010), MPT remains high in most cities (Holz-Rau et al. 2022). Some  
59 cities demonstrate more ambitious approaches and trend reversals. The paper asks the ‘big  
60 picture’ (Köhler et al. 2019) questions of ‘why’ (mechanisms) and ‘how’ (dynamics) three  
61 selected German frontrunner cities have become ‘relatively successful’ (Bratzel 1999) in urban  
62 modal shift (Bremen, Karlsruhe, Leipzig) and what can be learnt from them for other cities,  
63 particularly regarding the role agency plays in purposively facilitating mobility transitions (Pesch  
64 2015).

65  
66 Analyzing urban modal shift can be considered particularly complex, as it consists not of one,  
67 but several regimes that are heavily intertwined and influence each other (Bruno 2022). Geels  
68 (2012) differentiates the ‘dominant’ MPT regime and the ‘subaltern’ STM regimes (see recent  
69 critiques in Bruno 2022). In the cities analyzed sustainable transport modes also cannot yet be  
70 considered equally or more important compared to the continuing dominant power structures  
71 of automobility. MPT is stabilized by, e.g., mobility habits, existing infrastructures, traffic  
72 regulations, urban sprawl, dispersed places for home, work, supply and leisure, vested interests  
73 of the automotive industry and the political-industrial complex (Münchau 2015). Conversely,  
74 STM face uphill struggles due to disadvantaging regulations, public subsidy provision, lack of  
75 appropriate infrastructures, limited economic interest, automobility-favoring perceptions and



76 user preferences (Urry 2004; Geels 2012). Multi-regime mobility transitions do not match  
77 'classical' science and technology concepts of disruptive niche breakthroughs, as they are much  
78 more heterogeneous and multi-dimensional.

79

80 Transition scholars have come to criticize a perceived dominance of studies that conceptualize  
81 transitions to be radical and disruptive based on technological or business model innovations,  
82 while neglecting more diverse and continuity-based dynamics (Geels 2018a; Winskel 2018). To  
83 embrace complex and multi-regime transitions, scholars have turned to "whole system  
84 analysis" (WSA) that conceptualizes transitions as gradual system reconfigurations with  
85 multiple regime and change dynamics, regime (re-)alignments, component add-ons and  
86 procedural knock-on effects (McMeekin et al. 2019). WSA is considered "an important, yet  
87 understudied topic in socio-technical transition research" (Geels 2018b: 86). In a few first cases,  
88 urban mobility transitions were analyzed from more complex reconfigurative perspectives  
89 (Hodson et al., 2017; Geels 2018b). Scholars underline the need for more empirical and  
90 comparative research (ibid., Sorrell 2018). While many case analyses use extensive narrative  
91 descriptions, recent research increasingly aims to make structural patterns and complex  
92 interdependencies understandable and literally visible by using figures, forms and colors  
93 (Strambach & Pflitsch 2020; Hölscher et al. 2023). This paper aims to contribute to the outlined  
94 research needs by making complex reconfigurative pathway structures visible in a comparative  
95 case study approach.

96

97 To thoroughly understand transition processes across cases, a rich literature on the geography  
98 of transitions underlines the role of "place" for explaining locally deviating trajectories (Hodson  
99 & Marvin 2010; Raven et al. 2012; Truffer et al. 2015). Research has developed comprehensive  
100 frameworks to grasp contextual factors (Hansen & Coenen 2015) and 'transformative urban  
101 capacity' (Wolfram 2016) and applied them to single-case (Longhurst 2015; Torrens et al. 2018;  
102 Peris-Blanes et al. 2022), multi-case (Ruggiero et al. 2021) and mobility case analysis (Bruno  
103 2022; Ferloni 2022). Transport regimes are understood to have strong local dimensions, e.g.,  
104 regarding infrastructures, regulations, actors, practices and cultures (Geels 2012 & 2018b;  
105 Bruno 2022). Cultural aspects can be seen particularly relevant. While "improving" transport  
106 allows society to, in most parts, stick to their current lifestyles that are characterized by  
107 excessive car use because technology will "fix" many pressing environmental effects (e.g.,  
108 greenhouse gas emissions, air pollutants), modal shift is much more demanding as it requires  
109 changed priority settings in politics and planning and changes in personal mobility practices  
110 (Jensen 2009). Yet, modal shift also contributes to more holistic sustainability, as it reduces  
111 mobility injustices that are most evident in cities, e.g., unequal exhibition to air pollutants and  
112 noise, accidents, social exclusion, reduced urban space quality. This different rationale of modal  
113 shift underlines its ethical dimension that requires value-driven priority settings (Sheller 2018;  
114 Henniscke et al. 2021). Research articulates the need for a more specific consideration of urban  
115 characteristics and cultural conditions to understand mobility pathways (Hodson et al. 2017;  
116 Geels 2018b, Peris-Segura et al. 2022), which this paper contributes to.

117

118 The intention of this paper is threefold: **First**, a conceptual framework is developed to map and  
119 display complex reconfigurative urban mobility pathways. **Second**, the study considers deeply  
120 rooted urban characteristics to better understand locally-specific transition pathways. **Third**,  
121 the paper applies the framework in comparative case studies to understand how and why three  
122 German cities have become relatively successful in urban modal shift and what role agency  
123 plays.

124  
125 The paper is structured as follows: Section two presents the analytical framework. Section three  
126 describes the methods. Section four presents transition pathways and section five comparative  
127 results. Section six discusses results and outlines further research directions. Section seven  
128 concludes with further reaching remarks.

## 129 2 Analytical framework

130  
131 Analyzing transitions in real-world settings can be considered a ‘wicked challenge’ due to the  
132 highly complex, non-linear, multi-level, multi-factor and multi-actor nature of socio-technical  
133 transitions. A number of studies has analyzed historical and ongoing transition processes (Geels  
134 2005; Geels et al. 2016; Bruno et al. 2021), demonstrating that transitions imply timing, co-  
135 evolutionary processes of technology and society, alignments and accumulations of multiple  
136 factors over time (Pierson 2000a/b). Cause-effect relations can hardly be measured, as  
137 multicausal interdependencies in complex systems may lead to disproportionate, indirect,  
138 lagged, noncausal or unintended effects and feedback loops (Vester 2007, Pierson 2004). Many  
139 alternative paths can lead to the same outcome, while different outcomes can come from the  
140 same effect (George & Bennett 2004). And: “[Some] things just happen” (Mahoney 2008: 420).  
141 Overall, transitions cannot be explained as the product of independent variables acting on  
142 dependent variables (as performed by variance theory), but rather as processes of change that  
143 lead to certain developments (Sorrell 2018; Geels 2022).

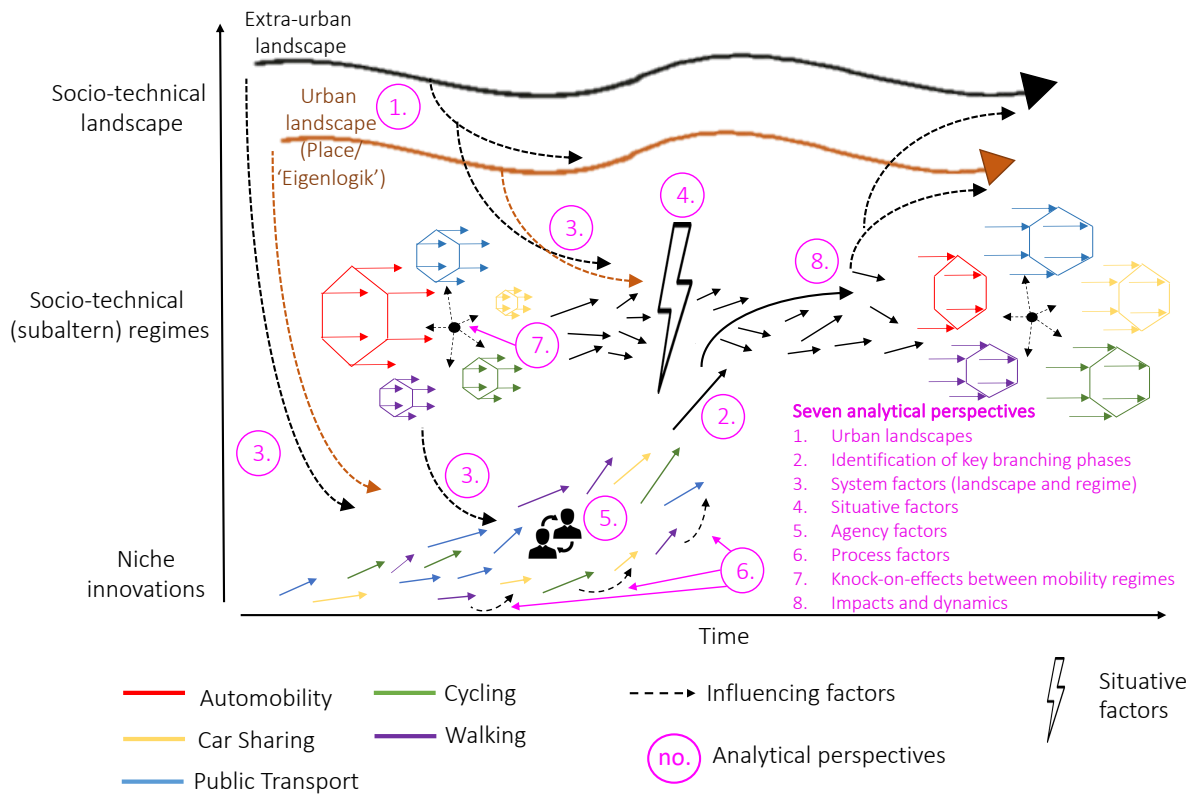
144

### 145 2.1 Tracing reconfigurative pathways

146

147 The paper builds up on Hölscher et al.’s (2023) framework for tracing systems and agency in  
148 niche innovation pathways and extends their work to analyze multi-regime developments. It  
149 uses eight analytical perspectives that can be located within MLP to structure analysis and guide  
150 interpretation (1.-8., figure 1). The paper acknowledges the MLP’s further refinements for  
151 different transition dynamics and refers to the reconfiguration pathways for analysis. In the  
152 reconfiguration pathway, niches get adopted to the regime as add-ons or component  
153 replacements, which may trigger further adjustments in the regime architecture when actors  
154 “explore new combinations between old and new elements” and “learn more about the  
155 novelties” that may lead to “new regimes grow out of old regimes” (Geels & Schot 2007: 411).  
156 To adapt MLP to multi-regime analysis, it incorporates several transport regimes that may  
157 influence each other across (7.). Furthermore, an additional ‘urban landscape’ layer is added to  
158 consider locally-specific characteristics (1.). The paper applies a process-oriented mode of  
159 investigation that pays attention to temporal developments, entities that may change over  
160 time, knock-on-effects, path dependencies and both immediate and distant causations (6./7.)  
161 (Abbott 2001; Pierson 2000a & b; Geels & Schot 2010a).

162



163  
164

Figure 1: Analytical framework visualized within MLP

166

## 2.2 Urban landscape

168

169 Transition scholars underline the role of ‘place’ for explaining differences between cities  
 170 (Truffer et. Al. 2015; Binz et al. 2020; Bögel et al. 2022). They have identified multiple place-  
 171 specific factors that influence locally-specific pathways (Hansen & Coenen 2015) and ‘urban  
 172 transformative capacity’ (Wolfram 2016; Ruggiero et al. 2022). As the paper aims to reconstruct  
 173 transition pathways from a longer-term perspective, it draws particular attention to deeply-  
 174 rooted urban characteristics. German-speaking urban researchers use the terms “Eigenlogik”  
 175 (‘very own logics’, Löw 2008) and “Eigenart” (‘very own character’, WBGU 2016) for it. They are  
 176 thought to influence local ways of doing and thinking and effect, for example, place-specific  
 177 power relations, civic engagement, social capital and openness towards novelties (Rodenstein  
 178 2008). The “Eigenlogik” concept has been used to analyze differences in urban developments  
 179 (ibid.; Zimmermann 2008).

180

181 To consider ‘Eigenlogik’ conceptually, the paper places a layer of ‘urban landscape’ below the  
 182 sociotechnical landscape (now called ‘extra-urban landscape’). The sociotechnical landscape  
 183 has long received little attention by research (Sorrell 2018), as landscape is commonly  
 184 considered the wider context beyond the control of actors (Geels 2012). Research distinguishes  
 185 different landscape dynamics that range from slow changing environments (‘long  
 186 durée’/centuries) to rapid shocks (Geels & Schot 2007; Raven et al. 2012). For transport, Geels  
 187 (2012) concretized several landscape trends that destabilize (e.g., climate change, peak oil) and  
 188 stabilizing automobility (e.g., cultural preferences, settlement structures). Current research  
 189 further refines understandings of landscape(s), for example regarding narratives (Hermwille  
 190 2016), identities (Janssen et al. 2022) and by asking how the landscape itself is shaped, i.e., by

191 shocks, collective memory and moral agency (Antadze & McGowan 2017; McLeish et al. 2022).  
192 The paper conceptualizes ‘urban landscapes’ as the locally-specific conditions and collectively-  
193 held meanings (Mitchell 2002) that are shaped over time by historical developments and the  
194 broader physical, political, economic and cultural environment (Geels 2002, 2004).

195

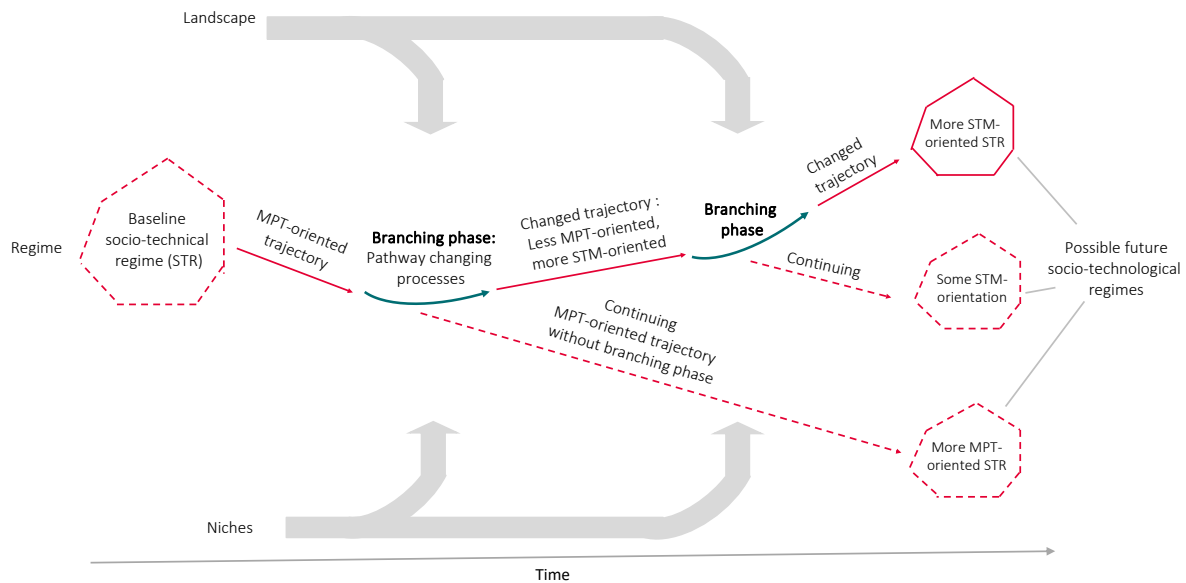
### 196 2.3 Key branching phases

197

198 To reconstruct transition pathways in multiple transport regimes over time, the paper focuses  
199 on phases when transformative trajectories branch out (figure 2). In literature, they are  
200 referred to as ‘critical junctions’, ‘punctuations’, ‘windows of opportunity’, ‘leverage points’  
201 and ‘turning points’ (Abbott 2001; Linnér & Wibeck 2021, Pierson 2000b). The paper  
202 particularly refers to the concept of ‘branching points’ (Foxon et al. 2013; Fotopoulos et al.  
203 2019; Rosenbloom & Meadowcroft 2022) as it underlines the role of agency and key decision  
204 points for transition pathways. The paper expands the concept to branching ‘phases’ to avoid  
205 the appearance of a “point source approach” that conceptualizes transitions as singular  
206 disruptive processes or political decisions (Geels 2018a). Although some branchings may be  
207 traceable back to concrete decision ‘points’, such processes nevertheless build upon previous  
208 developments, may unfold over longer periods of time and have longer lasting effects. The  
209 paper analyses phases that are perceived by sense-making actors as times when considerable  
210 change took place. Branching phases may contain infrastructural developments (“substantive  
211 change”) and strategic activities that serve to coordinate multi-actor processes and provide  
212 guidance (“orchestrating change”) (Hölscher et al. 2023).

213

214  
215



216  
217  
218

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

219 **Figure 2: Branching phases leading to more sustainable pathways (own figure following**  
220 **concept and figure of branching points in Rosenbloom 2018: 24; see similarly IPCC 2014:**  
221 **29).**

222

223 The paper analyses the identified branching phases from a system perspective to reconstruct  
224 transition dynamics as the result of multi-level alignments between niche (2.), regime (3.) and  
225 landscape developments (1.+3.). The paper considers, e.g., cultures and discourses (landscape),  
226 deeply rooted urban characteristics (urban landscapes), factors related to transport modes  
227 (regimes), innovative transport and planning approaches (niche). Situative factors are  
228 considered that may open up windows of opportunity for action that may trigger developments  
229 (4.). The paper qualitatively estimates dynamics of each branching phase by distinguishing  
230 three categories: disruptive, accelerated and continuity-based (8.).

231

## 232 2.4 Agency

233 While the MLP helps researchers to analyze the overall course of long-term transition processes  
234 ranging between stability and change, aspects of agency, power and politics are less explicit in  
235 such a 'global modal' and need to be mobilized from other theories (Geels 2011a). Sustainability  
236 transitions are understood to be too complex and uncertain to be deliberately engineered  
237 along the orderly phases of the policy cycle (May & Wildavsky, 1978; Messner 2015, Kooiman  
238 2003) and yet, they are "inherently political" (Meadowcroft 2011). Instead of top-down  
239 steering, transition governance aims at collective and adaptive processes of learning-by-doing  
240 and doing-by-learning to gradually work towards common ambitions (Loorbach 2007:).

241

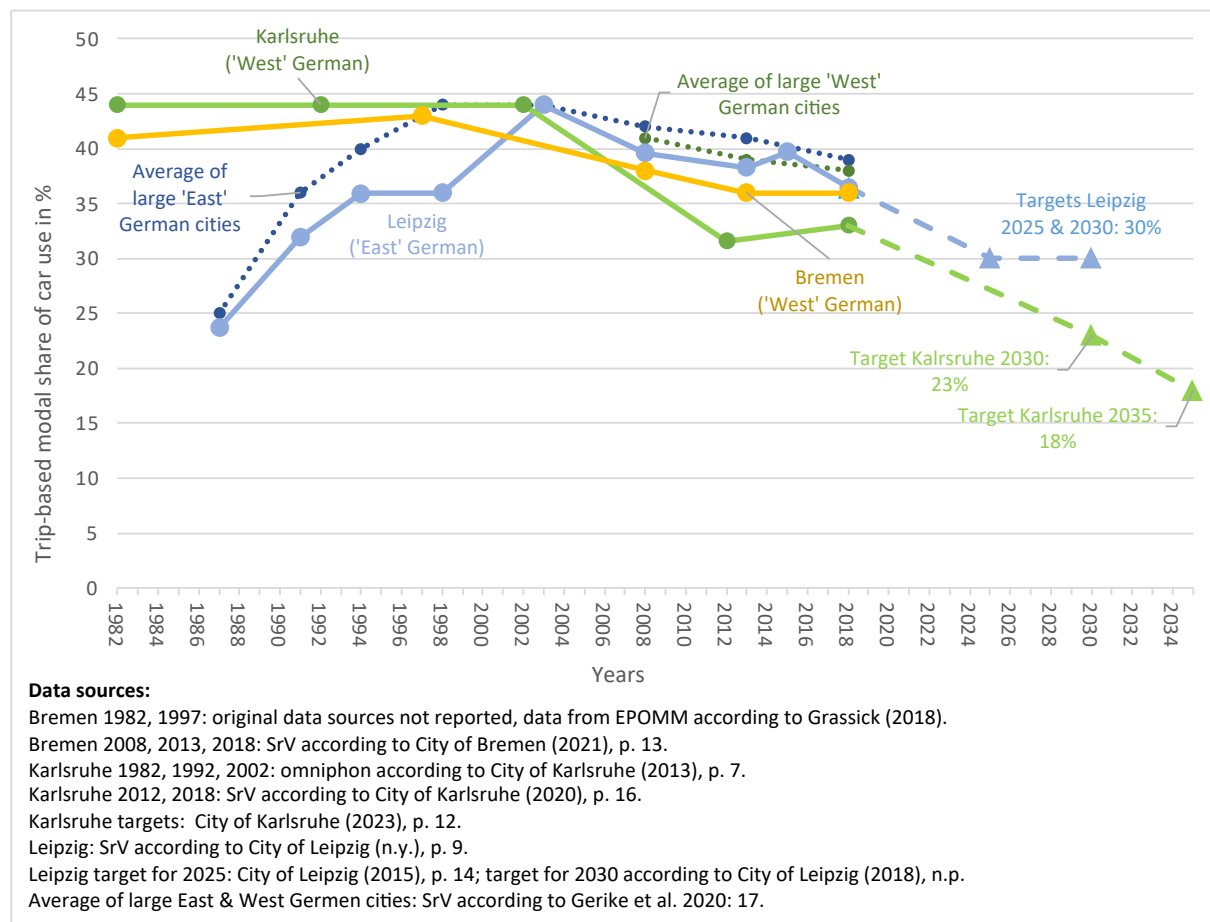
242 The paper understands agency to be embedded into multi-level system dynamics that  
243 significantly influence actor's room to maneuver and available options at hand. This refers to  
244 the structuralist perspective of the 'duality of structure' (Giddens 1984), where structures (e.g.,  
245 cultural norms, interpretative frames, power) influence actions and at the same time are  
246 influenced by actions. As "carriers of history" (Geels & Schot 2010a), structures are outcomes  
247 of previous actions and understandings (Steinmo 2015) and "matter a great deal to how

248 systems develop over longer time periods” (Urry 2004: 32). Geels & Schot emphasize that  
249 although agency is seen as important, “turning points usually depend on broader structural  
250 opportunities” (2010a: 97) and researchers should draw attention to the interplay of structure,  
251 agency and situated opportunities (Hart 2014). Yet, for turning points to become real, some  
252 actor has to take proper action before a window of opportunity closes again (Abbott 2001).  
253 Research indicates that actors, also described as ‘policy entrepreneurs’ (Kingdon 1984), ‘niche  
254 entrepreneurs’ (Pesch et al., 2017) and ‘transformative leadership’ (Wolfram 2016), can have  
255 relevant influence on policy change, particularly at local level (Arnold 2020; Torrens et al. 2021).

256 3 Methods

257

258 The paper conducts comparative case studies, because they provide a suitable method to  
 259 uncover and articulate complex transition processes over time (George & Bennett 2004), to  
 260 reduce complexity, to identify essential mechanisms through abstraction (Köhler et al. 2019)  
 261 and to explain causalities (Sorrell 2018). To select cities, the author reviewed the trip-based  
 262 modal split developments of 80 German cities above 100,000 inhabitants to identify cities with  
 263 decreasing trip-based shares of car use. Further selection criteria to identify cities with  
 264 ambitious modal shift approaches were politically adopted modal shift targets, as they indicate  
 265 political ambition levels (figure 3), transport concepts and strategies and implemented  
 266 measures. Telephone interviews were conducted with eight mobility experts from science and  
 267 practice (including three transport-related German university professors) to secure the  
 268 author’s impression of frontrunning cities and to get additional indications. Among nine  
 269 shortlisted potential case cities, the author applied a “most different systems design” to select  
 270 three structurally different cities (table 1).  
 271



272

273 \*"Eastern" = simplified for formerly belonging to German Democratic Republic (GDR, 1949-1990); "Western" = simplified for  
 274 formerly and actually belonging to Federal Republic of Germany

275

276 *Figure 3: Development of the trip-based share of motorized private transport (MPT) in case*  
 277 *study cities and politically adopted modal shift targets by the Cities of Karlsruhe and Leipzig*

278

279

280

281



282

	Bremen	Karlsruhe	Leipzig
Number of inhabitants (2022)	563.000	300.000	625.000
Federal state	City-state Bremen	Baden-Württemberg	Sachsen
Former "Eastern" or "Western" city*	"Western" (north)	"Western" (south)	"Eastern"
City characteristics	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capital of two-city state of Bremen</li> <li>Port and logistics location</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planned residency city founded in 1715</li> <li>Place of federal justice institutions since 1950s (e.g., Federal Constitutional Court)</li> <li>Science and technology location</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>"Place of German reunion": Monday protests taking place 1989, leading to German reunion</li> <li>Large population losses after German reunion, (rapidly) increasing inhabitant numbers since 2000s with influx of young and creative people</li> </ul>
Sustainable transport	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tram system</li> <li>Traditional cycling city with high cycling share (2008: 25%)</li> <li>Frontrunner in promoting car sharing by providing public urban space (invention of 'mobile points/dots')</li> <li>EU award for participative SUMP development (2014)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Development of extensive local and regional tram system (invention of tram-train system, renown "Karlsruher Modell")</li> <li>Intensive cycling promotion since mid-2000s</li> <li>German "carsharing capital" with most carsharing vehicles per inhabitants since first evaluation in 2013</li> <li>Ambitious modal shift target: to reduce MPT to 18% by 2035</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extensive tram system conserved during times of German Democratic Republic (GDR, 1949-1990)</li> <li>Efforts to create urban living qualities (German Sustainability Award 2012)</li> <li>Ambitious modal shift target: to reduce MPT to 30% until 2025 / 2030</li> </ul>

\*"Eastern" = simplified for former belonging to German Democratic Republic (1949-1990); "Western" = simplified for former and actual belonging to Federal Republic of Germany

283

284

285

286 *Table 1: Overview of city characteristics*

287

288 For case analyses, desk research and expert interviews are combined. The author analyzed  
 289 mainly freely accessible information, such as policy and planning documents, strategies,  
 290 position statements, press and media releases. Information was analyzed to gain insights about  
 291 the kind and intensities of (assumed) change processes and to gain background information for  
 292 interviews. 46 semi-structured interviews were conducted (Bremen: 15; Karlsruhe: 14; Leipzig:  
 293 17) with politicians, planners, transport practitioners and non-governmental organizations (see  
 294 appendix). Interviews took about 30 to 45 minutes and were mainly conducted personally, a  
 295 few by telephone. Interviews were recorded (except for two), transcribed and evaluated using  
 296 qualitative content analysis. Main focus was on identifying relevant branching phases and  
 297 perceived influencing factors. Empirical data and theoretical concepts were analyzed  
 298 iteratively.

299

300 To convert empirical observations into more theoretical arguments, the paper conducts two  
301 progressive steps following George and Bennett (2004: 2010ff.): 1. Each city is described in  
302 chronicle case narratives alongside major branching phases (supplemental material). 2. The  
303 author compares the cities to identify recurring patterns and more generic explanations about  
304 urban modal shift transitions. The aim of this paper is to embrace complexity and distil main  
305 dynamics and mechanisms of urban mobility pathways. Results were qualitatively validated in  
306 two online result discussions with nine interview partners and local stakeholders. Overall,  
307 results were estimated to be plausible.



#### 308 4 Transition pathways

309





310 Figures 4-6 illustrate transition pathways by outlining the identified branching phases and  
311 causal mechanisms. Factors that stand out as particularly relevant are highlighted in yellow.  
312 The supplemental material provides chronological narrative descriptions for each branching  
313 phase.

## Legend



### Landscape level

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

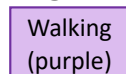
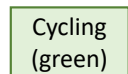
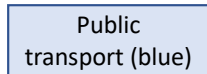
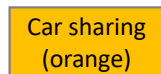
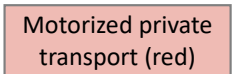

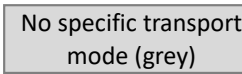
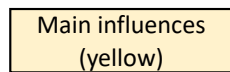
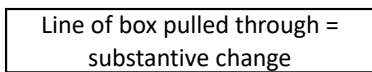
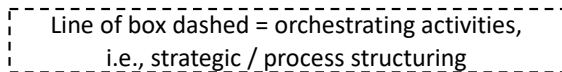
### Regime level

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






### Situative factors

-  Triggering event and developments
-  Lucky coincidence


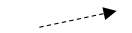

### Legend of colors / boxes

 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			


### Niche & agency

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

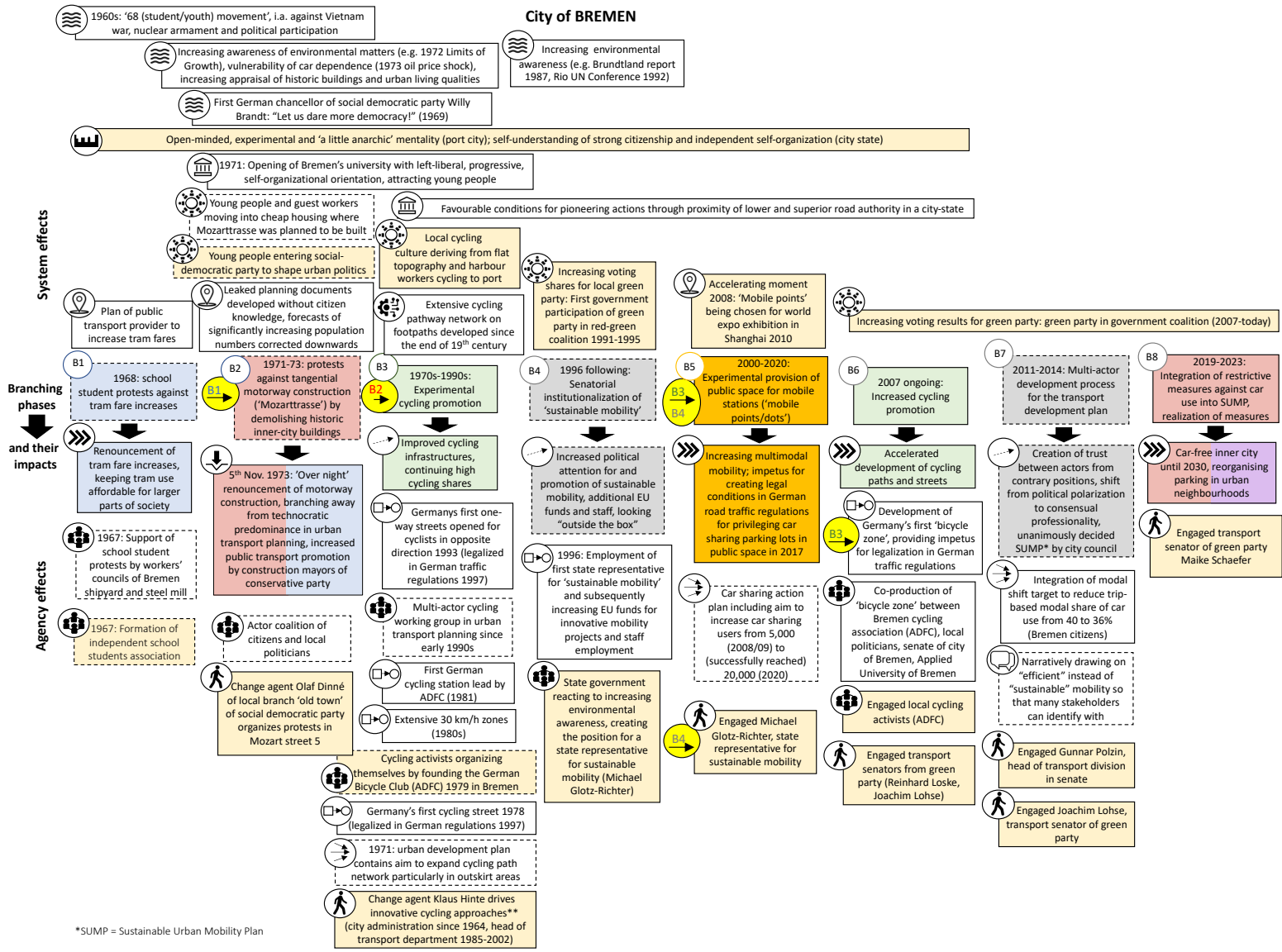
### Transition dynamics

-  Accelerated
-  Continuity-based
-  Disruptive

### Process perspective

-  Influencing factors

Entwurf des eingereichten 4. Fachartikels, im Review (Stand Juli 2024)



315  
316

Figure 4: Mobility transition pathway of City of Bremen

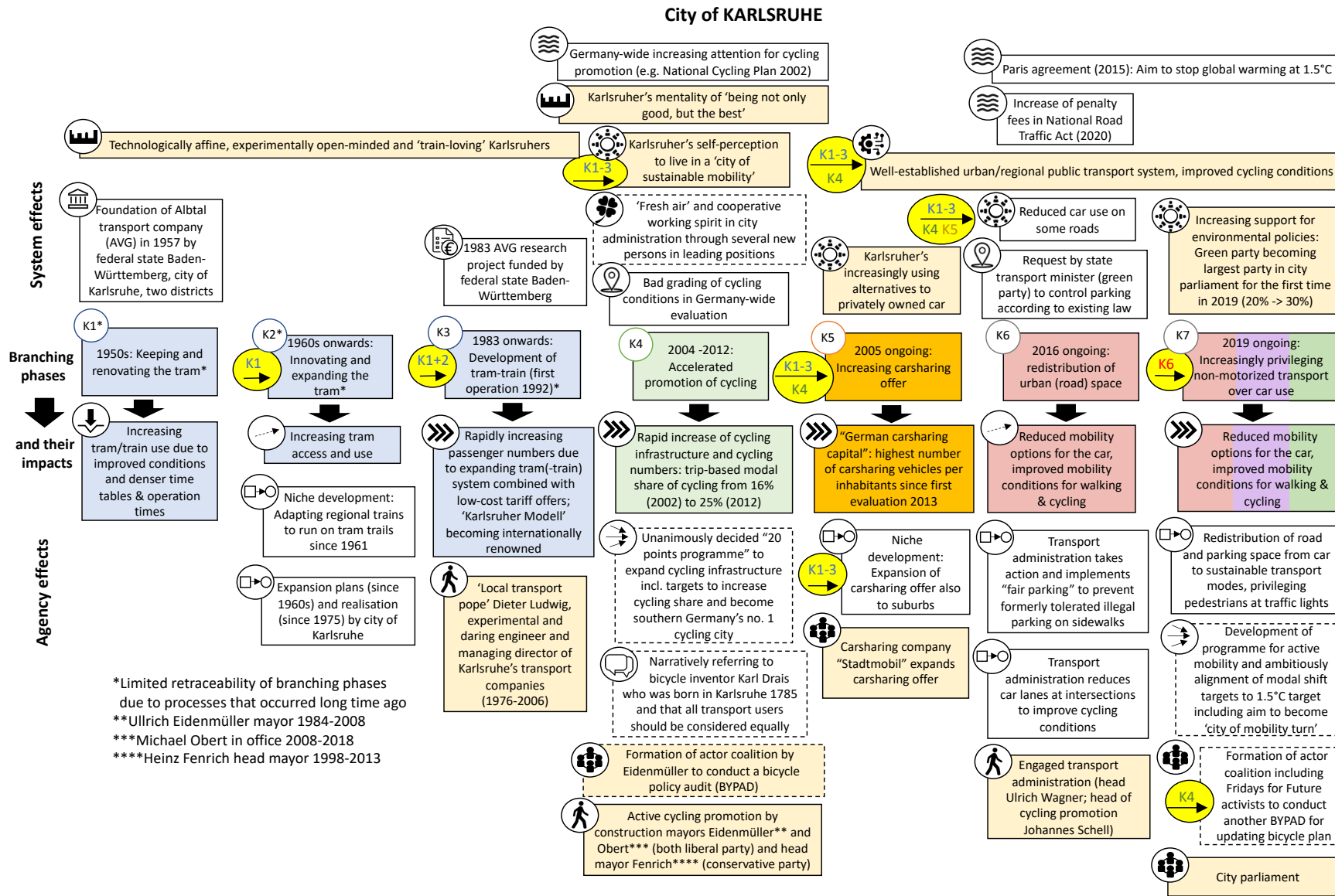
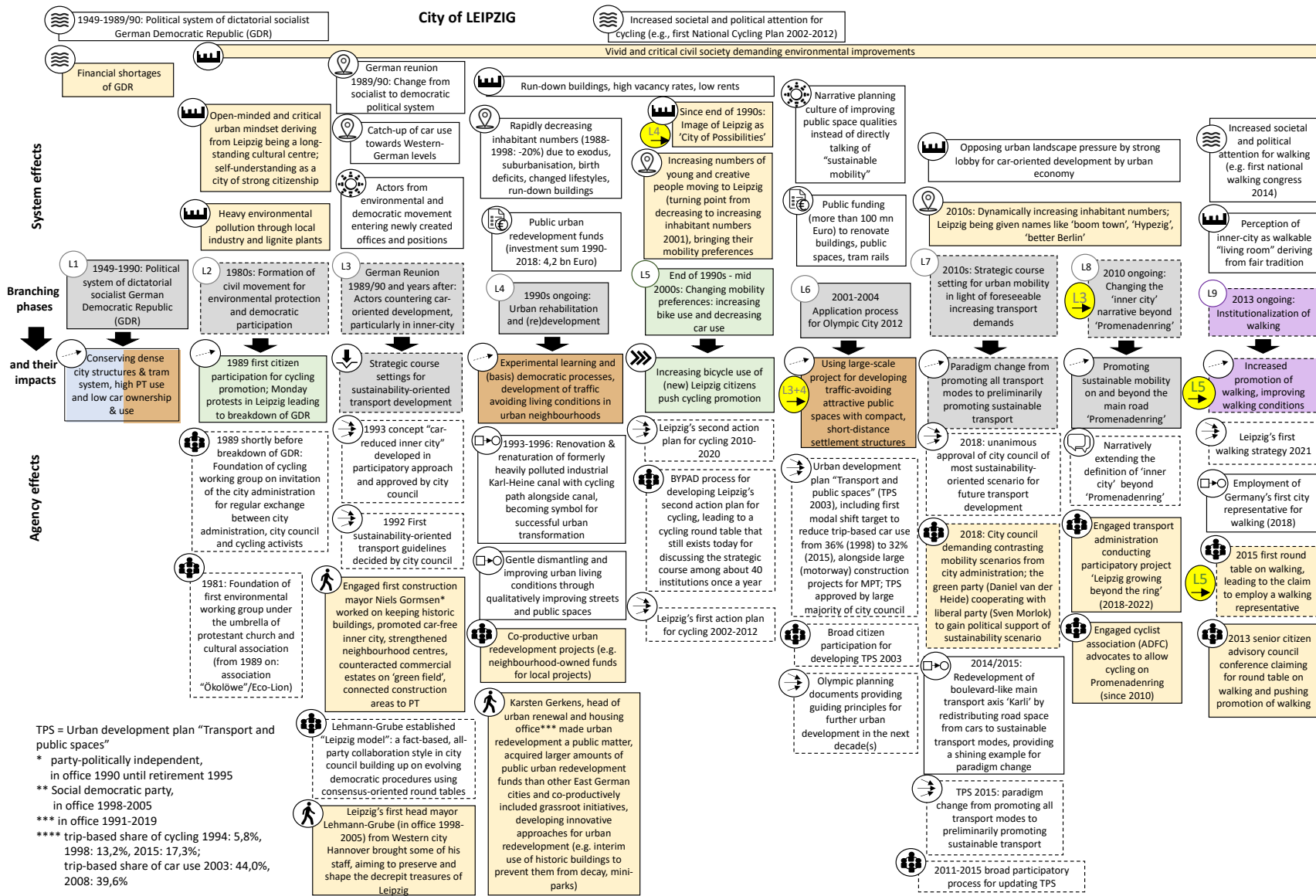


Figure 5: Mobility transition pathway of City of Karlsruhe

Entwurf des eingereichten 4. Fachartikels, im Review (Stand Juli 2024)



319  
320

Figure 6: Mobility transition pathway of City of Leipzig

321 **4.1 Bremen**

322

323 **Urban landscape: Experimental libertines**

324

325 Being a port and commercial city located at the river Weser close to the North Sea made  
326 Bremen's citizen constantly get into contact with new products and other cultures since the  
327 Middle Ages. This is said to have coined an open and liberal Eigenlogik (Hein n.y.). Early wealth  
328 made local merchants self-confident and created a desire for political and economic  
329 independence, leading to enduring resistance against clerical authorities, early city freedom in  
330 1186 and becoming part of the Hanseatic League of merchant communities in the 14th century.  
331 Its strong will for independence is represented by Bremen being one of the three federal city-  
332 states of Germany today (together with port city Hamburg and capital Berlin). Interview  
333 partners pointed out that Bremen's long-lasting political-economic independence coined a  
334 particularly innovative and experiment-friendly Eigenlogik, which goes along with Bremen's  
335 merchants decorating their house of merchants with the phrase "to dare and to win" (1899).

336

337 Bremen's Eigenlogik is said to be 'a little anarchic, chaotic, adorable' (interviewee) and to play  
338 a relevant role for understanding why Bremen has developed into a relative frontrunner for  
339 sustainable urban mobility. Claims of 1968 student movements at landscape level fell on  
340 particularly absorbing ground in Bremen. When PT providers planned to increase tram fares,  
341 school students organized themselves and successfully protested against it (B1). In the same  
342 spirit, citizens protested against the political plans to construct a motorway ('Mozarttrasse')  
343 right through the city by demolishing historic buildings (B2). Protests resulted in the  
344 abandonment of construction plans and a branching away from predominantly technocratic  
345 and car-centered planning principles (Syring 2016).

346

347 Bremen's experimental Eigenlogik shines through in several innovative approaches. To  
348 promote cycling and carsharing, pilot projects were conducted even before they were legally  
349 allowed by German road traffic regulations (B3: opening of one-way streets for cycling, first  
350 cycling street; B4: providing public space for car sharing; B6: development of Germany's first  
351 'bicycle zone'). Legal adjustments followed in response to Bremen's innovative approaches.  
352 Interviewees highlighted additional facilitating factors for innovative approaches, such as the  
353 proximity of lower and superior road authorities in the city-state (literally across the street) and  
354 a 'Northern German culture of open dialogue' ("Hey dude, what do you think about this idea:  
355 Is it 'bananas' or great?", interviewee).

356

357 **Regime factors: Cycling culture and economic headwinds**

358

359 Due to flat topography and harbor workers commuting by bike, a cycling tradition developed  
360 early on and some of Germany's first cycling paths were built in Bremen since the late 19<sup>th</sup>  
361 century (Wagner 2022). Cycling infrastructure consisted of small cycling paths on sidewalks or  
362 in the middle of paving stone streets. Cycling infrastructure provided a convenient option to  
363 cycle and helped sustain Bremen's cycling culture with high cycling shares. Not by accident, it  
364 was in Bremen where cycling activist first joined forces and founded the German Cycling Club  
365 (ADFC) in 1979 (B3). Their initiatives brought in relevant impulses for more cycling-oriented  
366 path creations (B3,B6).

367



368 On the other hand, Bremen severely suffered economically due to the decline of shipyard  
369 (closure of Rolandwerft 1972, Bremer AG Weser 1983, Bremer Vulkan 1995) that led to large  
370 numbers of unemployed shipyard workers and low ranks in topics such as economy, education  
371 and security (Dolak 2013). Being a port and logistics location, implementing measures to reduce  
372 urban car use are said to face considerable headwinds, as actors want to prevent assumed  
373 economic declines due to reduced accessibility of the city by car. A Mercedes Benz factory  
374 located in Bremen since 1978 with more than 12.000 employees and adherent automobile  
375 supply industry are said to represent an “elephant in the room” (interviewee) that decelerates  
376 actions for sustainable oriented urban mobility development.

377

### 378 **Actors and agency: Engaged and strategically clever**

379

380 Actors in Bremen have demonstrated strategic cleverness to shape local mobility pathways.  
381 Several change agents were identified who pro-actively initiated and pushed forward  
382 developments, coming from city council (B2), strategic transport planning (B3,B5,B7) and local  
383 government (B6-B8). Developments were supported by the formation of actor coalitions  
384 (B1,B2,B4,B6) and by claims of cycling activists (B3,B6). In B5, the state representative for  
385 sustainable mobility used the situative factor that his well-prepared and implemented concept  
386 of ‘mobile points’ was chosen for world expo exhibition in Shanghai 2010. He developed a car  
387 sharing action plan that aimed to increase car sharing users from 5,000 (2008/09) to  
388 successfully reached 20,000 (2020). The plan got politically adopted, because the selection for  
389 expo exhibition provided the necessary political and societal approval.

390

391 Another strategically clever maneuver was the development of the Sustainable Urban Mobility  
392 Plan (SUMP) in a pronounced participatory approach (2011 until 2014; B7). It received the 3<sup>rd</sup>  
393 SUMP award by the European Union for its close co-operation with local stakeholders (ICLEI  
394 n.y.). Interviewees said that the multi-actor process was important to come to a shared  
395 understanding about where to develop, after sustainability-oriented mobility planning had  
396 taken up speed when the green party became governing party in 2007 (together with social  
397 democratic party) and the first ‘green’ construction and transport senator accelerated  
398 transition speed. This heated up controversies between actor groups and called for a process  
399 to pour oil on troubled water among polarized actor groups to come to a shared understanding  
400 about where to develop in urban mobility. The extensive participation process took 2.5 years  
401 and made actors from contrary positions get to know each other’s positions, which led to a  
402 changed discussion and interaction culture, the creation of trust and a shift from political  
403 polarization to consensual professionalism (Polzin 2017: 187f.; interviews). The process was  
404 supported by scenarios developed by an external consulting company about possible pathways,  
405 which provided an objective ground for discussions as a central success factor (interviews).  
406 Also, city planners strategically wisely proclaimed the aim to develop “efficient” urban mobility  
407 that would lead to less road congestion – a narrative that all stakeholder could identify back  
408 then.

409

410

411 **4.2 Karlsruhe**

412

413 **Urban landscape: Liberal and democratic roots**

414

415 Compared to the vivid and rebellious character of Bremen, Karlsruhe appears to have a rather  
416 tidy and well-structured 'Eigenlogik' that may be influenced from its origin as a relatively young  
417 planned residency city (founded 1715) (Borchardt-Wenzel 2023). Although the settlement  
418 structures were meant to represent absolutism with the castle in the center of a radial street  
419 system, citizens were from the beginnings granted far-reaching civil rights that were  
420 unprecedented for the times back then (e.g. civil jurisdiction, rights to be heard and to propose)  
421 (Bräunche & Koch 2015). This attracted people from all over Europe to move to Karlsruhe to  
422 build something new and to bring in their ideas and ideals, which is said to have led to a  
423 prospering community and an open and tolerant togetherness (former mayor Mentrup in City  
424 of Karlsruhe 2016). Located in the region of Baden, Karlsruhe had one of the most advanced  
425 and liberal regional constitutions of all 41 German Confederation states enacted in 1818. The  
426 first independent parliamentary building of Germany was built in Karlsruhe 1822. Baden is also  
427 the region where early claims for a democratic republic were advocated most consistently,  
428 making Karlsruhe a central (but not driving) place of 1848/49 revolution (Bräunche 2015).

429

430 Being a frontrunner in the rule of law since the 19<sup>th</sup> century made the highest German legal  
431 institutions settle in Karlsruhe after second world war, providing Karlsruhe with the symbolic  
432 surname "City of Democracy and Justice" (Ipb n.y.). Being the place from where groundbreaking  
433 legal judgements are proclaimed (e.g., Decision of Federal Constitutional Court to concretize  
434 climate protection to protect freedom rights of future generations, BVerfG 2021) is said to  
435 influence urban society's consciousness for legal and justice matters (Weibel 2015) and may be  
436 one explanatory reason why also restrictive measures against car use that lead to more  
437 transport justice encounter less heated tempers than in many other cities (K6+7). Likewise,  
438 Karlsruhe's civil rights roots may explain why planning approaches were early on conducted in  
439 pronounced participatory approaches (e.g., extensive participation process 2012-2015 for  
440 developing urban guiding principles on the occasion of the city's 300<sup>th</sup> birthday).

441

442 **Regime factors: Well-established transport infrastructures and self-perception as 'city of**  
443 **sustainable mobility'**

444

445 The consciously constructed urban beginnings coined a local understanding of planning the city  
446 for the better and may be one reason why the city has developed into a science and technology  
447 site, where the first modern chemistry congress was held (1860) and several technological  
448 institutions are situated today (e.g., Karlsruhe Institut of Technology/KIT, Centre for Art and  
449 Media/ZKM). This has also influenced urban transport, as the technological affine and 'train-  
450 loving' (interview) Karlsruhers kept, renovated and extended their run-down tram system  
451 (K1/2), instead of abolishing it as many other German cities did in the times after World War II.  
452 Furthermore, Karlsruhe's tram-train-system ("Karlsruher Modell", K3) that enables local trams  
453 to use regional train rails for regional connections was invented and implemented.

454

455 The well-established tram-train system and its worldwide reputation (K1-3) are said to have  
456 created a self-perception of Karlsruhers to live in a 'city of sustainable mobility' (interviews)  
457 that led to high acceptance rates for a relevant subsequent branching phase of accelerated  
458 cycling promotion (K4). Likewise, the improved cycling conditions (K4) and the well-established

459 PT system made carsharing become an attractive transport option and car sharing extended  
460 rapidly with Karlsruhe being the city with the highest number of carsharing vehicles per  
461 inhabitants since its first evaluation in 2013. It can be assumed that restrictive measures against  
462 car use (K6,K7) would have been less probable if there were no well-established sustainable  
463 transport options as convincing alternatives to the car (PT, cycling).

464

#### 465 **Actors and agency: Visionary and co-productive**

466

467 Several change agents were identified that significantly pushed forward developments. The  
468 invention and implementation of the “Karlsruher Modell” was decisively driven by Dieter  
469 Ludwig, managing director of Karlsruhe’s transport companies (1976 until retirement in 2006),  
470 who was called ‘local transport pope’ for his achievements. His visionary, professional,  
471 eloquent, persistent and gripping character are seen as central factors for his success in the  
472 wider structural conditions of a technologically and experimentally open-minded urban society  
473 (Kube 2020). Innovations were possible because he did not let himself being stopped by  
474 technical regulations which prohibited the operation of trams on heavy rail tracks and achieved  
475 operation concession before it became legal in the Federal railway reform in 1994 (interview).

476

477 Interviewees named construction mayors Eidenmüller and Obert as further relevant change  
478 agents. Both came from the liberal party, i.e., a party not commonly associated with particular  
479 sustainability-orientation. Eidenmüller, a passionate cyclist himself, used a window of  
480 opportunity to co-productively improve cycling conditions when Karlsruhe got a bad grading  
481 for its cycling conditions in a Germany-wide city-evaluation. The result contradicted with urban  
482 society’s self-perception of being a city of sustainable mobility. Eidenmüller formed an actor  
483 coalition for conducting a bicycle policy audit (BYPAD), including all relevant actor groups for  
484 discussing strategic guidelines (actors rather pro and contra sustainable urban mobility).  
485 Simultaneously, several positions changed in urban planning, which represented a lucky  
486 coincidence as it brought in ‘fresh air’ and a cooperative working spirit that supported co-  
487 production. To increase support, Eidenmüller cycling promotion by referring to bicycle inventor  
488 Karl Drais, who was born in Karlsruhe 1785, and by underlining that all transport users should  
489 be considered equally for just urban mobility. As a result, measures to promote cycling received  
490 broad acceptance and accelerated actions were possible for more than a decade, until financial  
491 and personal resources were shifted to move the tram lines running through the shopping  
492 street underground (‘U-Strab’). Karlsruhe’s engaged urban transport planners pushed forward  
493 more restrictive measures against car use (K6) and city parliament intensified actions based on  
494 increasing voting results for the green party (K7). Carsharing company “Stadtmobil” increased  
495 vehicle numbers as a reaction to increasing demand based on improved alternatives to using a  
496 privately-owned car (K5).

497

498

499 **4.3 Leipzig**

500

501 **Urban landscape: Critical and freedom-loving**

502

503 Being located at the intersection of two medieval trade routes, Leipzig has a tradition as trade  
504 town that hosts fairs of supra-regional importance since the 15<sup>th</sup> century, which is said to have  
505 coined a tolerant and open mindset (interviews). Similar to Bremen, Leipzig's entrepreneurial  
506 roots led to early claims for urban independence and an 800 years lasting tradition as civil town  
507 acting for its own good, as no bishop or elector has ever resided in Leipzig. Its independence  
508 made Leipzig become a cultural center (e.g., Leipzig book fair since 17<sup>th</sup> century, one of  
509 Germany's oldest universities opened in 1409), that attracted numerous intellectuals from  
510 Germany (e.g., Bach, Goethe, Schiller) and Europe-wide (Förster 2015).

511

512 Leipzig's origins as cultural center with critical mindsets represents one factor to understand  
513 why Leipzig became a center of GDR environmental movement in the 1980s as a reaction to  
514 heavy environmental pollution through local industry and lignite plants. One of the first  
515 environmental groups was founded in 1981 under the umbrella of church and a first protest  
516 march to commemorate heavily polluted river Pleiße running right through the city took place  
517 in 1988 (Bundesarchiv n.y.). Shortly before German reunion (1989), city administration reacted  
518 to local activism and initiated a cycling working group for regular exchange between city  
519 administration, politicians and cycling activists to co-design strategic cycling promotion.

520

521 Civil movement also raised claims for democratic political participation, with peaceful Monday  
522 protests against the repressive GDR regime that eventually led to GDR breakdown and German  
523 reunion (1989/90). Leipzig's reputation for its critical and pro-democratic mindset with vivid  
524 alternative milieus in parts of the city may be one reason why particularly critically-minded  
525 change agents came (or were asked to come) after German reunion, like first mayor Grube and  
526 construction mayor Gormsen (L3), who They shaped sustainability-oriented transport after  
527 German reunion. Also, pronounced participative approaches were realized in urban (transport)  
528 planning that positively influenced sustainability-orientation (e.g., "Leipzig model": fact-based,  
529 all-party collaboration style in city council (L3); neighborhood-owned funds (L4), round tables  
530 (L5+L9)).

531

532 **System factors: Massive impacts of political regime change leading to 'stormy sea'**

533

534 Leipzig's mobility pathway is decisively influenced by the political landscape of socialist GDR  
535 and the disruptive processes of German reunion 1989/90. During GDR, financial shortages  
536 'conserved' dense historic city structures and tram systems (L1), which provides favorable  
537 infrastructures for sustainable mobility today. German reunion represented a disruptive  
538 landscape development with impacts in two directions: On the one hand, the German reunion  
539 opened up new economic possibilities in social market economy and led to a dynamic catch-up  
540 of car ownership and use towards Western-German levels, i.e., a development opposite  
541 sustainability. On the other hand, democratic new beginnings empowered civil society and led  
542 to new forces from societal associations, like the environmental association 'Ökolöwe' (Ecolion)  
543 that was founded shortly after the fall of the Berlin wall (November 1989) and considerably  
544 influences transport developments in Leipzig until today. Also, many critical actors from  
545 opposition and civil movement entered newly created positions in parties and city  
546 administration from where they influence urban developments (interviews).

547

548 Political system change had immense effects on inhabitant developments that in turn shaped  
549 mobility developments. Leipzig was confronted with rapidly decreasing inhabitant numbers  
550 (1988-1998: -20%) due to exodus, suburbanization and birth deficits. Decrepit buildings faced  
551 high vacancy rates. Urban redevelopments focused on gentle dismantling and improving urban  
552 living conditions through qualitatively improving streets, public spaces and public greens and  
553 creating new route connections for active mobility (L4).

554

555 Since the end of the 1990s, Leipzig had an image as “City of possibilities”, which made mainly  
556 young and creative people moved to Leipzig, giving Leipzig names such as ‘boom town’,  
557 ‘Hypezig’ and ‘better Berlin’ (Mardin 2020). Inhabitant numbers started to increase. People  
558 brought their mobility preferences, which strengthened the cycling regime, pushed cycling  
559 promotion (city planners reacted to increasing demand; interviews) and made trip-based  
560 shares of cycling increase increase (1994: 5,8%; 1998: 13,2%; 2015: 17,3%) in times when there  
561 was an overall trend towards cycling (e.g., first national cycling plan 2002-2012) (L5).  
562 Meanwhile, car use decreased for the first time since 1973 (44,0% in 2003 to 39,6% in 2008)  
563 (data sources: figure 3).

564

565 Population projections of even sharper inhabitant increases (2016) led to increasingly contrary  
566 actor positions about how to cope with projected increases in traffic volumes (L7, L8), ranging  
567 from claims to predominantly promote sustainability-oriented transport modes to claims to  
568 massively extend MPT infrastructures by completing a tangent expressway system, relocating  
569 traffic to underground tubes and keeping cycling separated from motorized transport (initiative  
570 “Mobilität 700plus” by chambers of commerce and engineers, trade association in 2017). This  
571 heated atmosphere needs to be understood against the background of Leipzig’s “catchup” in  
572 economic development and motorization after German reunion, which resulted in strong  
573 resistances by parts of society against any kind of measures that might impede newly gained  
574 mobility ‘freedom’ through individual motorization or economic development.

575

#### 576 **Actors and agency: Participatory strategic course settings**

577

578 To a significant extent, actors in Leipzig had to respond to landscape and regime developments,  
579 including the German reunion (L3), requirements for city refurbishment (L4) and the rapid  
580 decline and subsequent increase in the number of inhabitants (L4+5,7+8). Many branching  
581 phases thus encompass strategic course settings aimed at fostering sustainable mobility to  
582 provide overall directions for actors to act upon (L3/5-7). Typical for Leipzig are pronounced  
583 participatory approaches that are reinforced by the democratic new beginnings after German  
584 reunion: Consensus-oriented ‘round tables’ are used in Leipzig since then, providing a positively  
585 connoted format to co-productively arrive at shared understandings about future development  
586 in urban mobility (L5+9).

587

588 There are several change agents who decisively coined strategic directions and participatory  
589 planning cultures. First mayor Hinrich Lehmann-Grube (1990-1998, Social Democratic Party)  
590 coming from Western city Hannover established the “Leipzig model” that aimed at a fact-based,  
591 all-party collaboration in city council (L3), which also subsequent head mayor Wolfgang  
592 Tiefensee pursued (in office 1998-2005; 2005-2009 federal transport minister). According to  
593 Tiefensee, time needed to reach consensus was saved in the long run, as no subsequent  
594 political battles needed to be fought hereafter (Höck 2019).

595  
596  
597  
598  
599  
600  
601  
602  
603  
604  
605  
606  
607  
608  
609  
610  
611  
612

Lehmann-Grube appointed party-politically independent Gormsen coming from Western city Mannheim as the construction mayor (1990 until retirement 1995). His commitment to preserve existing buildings and to prevent commercial estates on the ‘green field’ contributed to sustaining dense, mixed-use settlement structures. Strategic courses were set back then with first sustainability-oriented transport guidelines (1992) and the concept “car-reduced inner-city” (1993), which were participatorily developed and are still referred to today (L3). Another change agent was Karsten Gerkens, head of urban renewal and housing office (1991-2019), who pro-actively included grass-root initiatives in decisions about the design of their neighborhoods (e.g., neighborhood-owned funds). The decades of participative and experimental urban redevelopment provided Leipzig with an image as ‘city of possibilities’ (Rometsch 2018) that made young people move to Leipzig, who brought their mobility preferences (particularly cycling, L5). In L9, collective efforts of an actor coalition of senior citizens led to the institutionalization of walking and the appointment of Germany’s first municipal walking representative (2018). This development was facilitated by Leipzig’s longstanding fair tradition with a passage system in the city center and its perception as walkable “living room” (interview).

## 613 5 Cross-comparison

614  
615  
616  
617

This section compares transition pathways to arrive at more generic insights about urban mobility pathways.

### 618 5.1 ‘How’: Dynamics of multi-regime mobility pathways

619  
620  
621  
622  
623  
624  
625  
626  
627  
628  
629

**Karlsruhe** has the clearest, stair-like mobility pathway. All branchings identified are transformative branchings where actual change took place in certain (subaltern) mobility regimes, moving from major transformations in the PT regime (K1-3) to cycling (K4) to carsharing (K4) to restrictive measures against car use and the promotion of walking (K6+7). The step-wise character derives from the pathway’s development in which one branching provides the ground for the next one to build upon, leading in most cases to accelerated transformative change impacts, up to the recent ambitious approach to align modal shift targets to the 1.5°C climate protection limit (City of Karlsruhe 2021) and a politically adopted, particularly ambitious target to reduce trip-based car use to 18% by 2035 (figure 3).

630  
631  
632  
633  
634  
635  
636  
637

Similarly, also **Bremen** exhibits a transition pathway in which several substantial changes build up on each other. The transition pathway likewise starts with branchings fostering PT promotion (and turning away from merely car-oriented developments, B1+2) followed by experimental cycling promotion (B 3+6), carsharing promotion (B5) and lately more restrictive approaches against car use and the promotion of walking (B8). Branching phases are rather composed by smaller, more experimental innovations that led to changes in national legislation, adding up to substantial change over longer periods of time.

638  
639  
640  
641

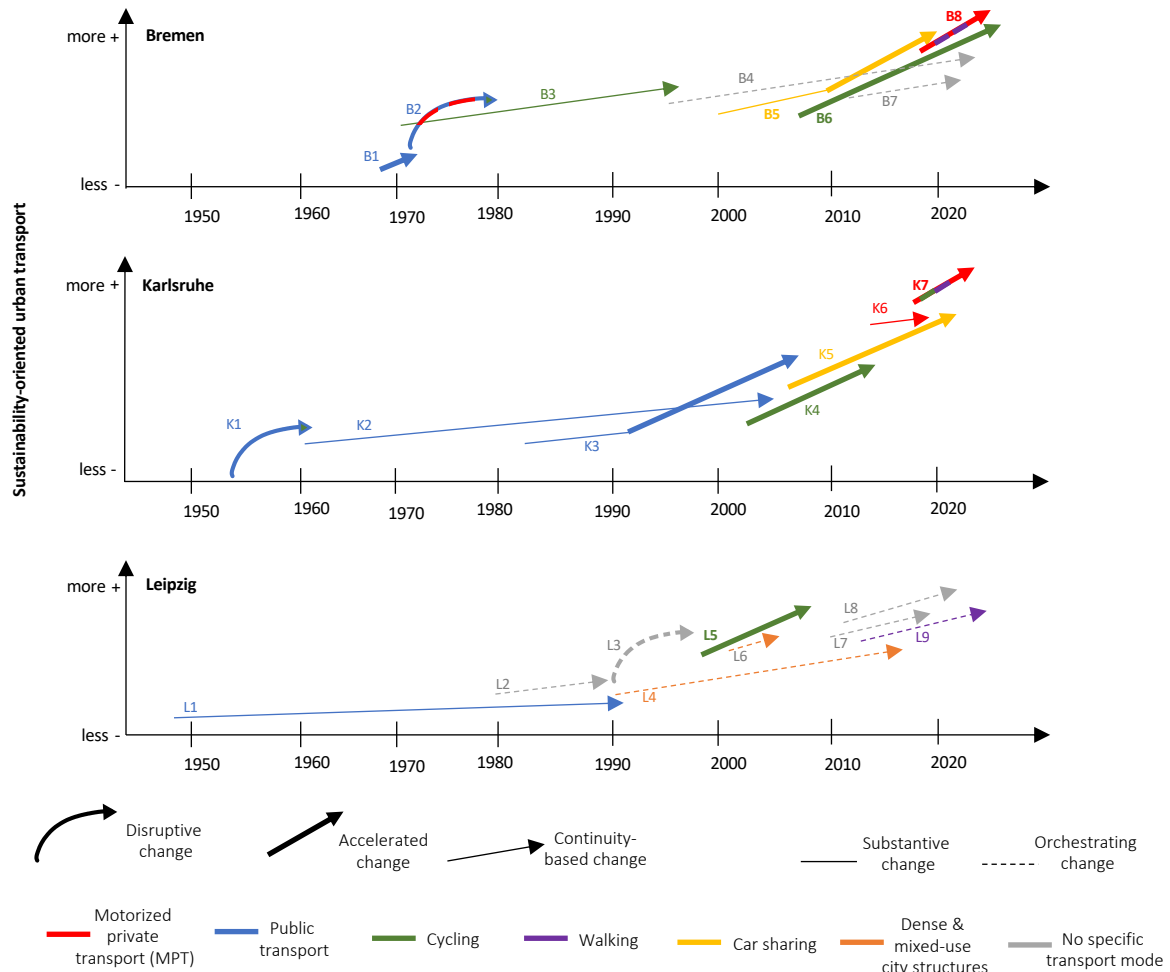
**Leipzig’s** transition pathway differs considerably from Bremen and Karlsruhe, despite the fact that also in Leipzig it was the maintenance of the tram system due to financial shortages of GDR that forms an important early branching phase (L1). Leipzig contains rather procedural and orchestrating branchings (L3+4+7+8) than branchings that substantially altered specific

642 transport regimes. This comes from the enormous landscape effects GDR and German reunion  
643 had on Leipzig's socio-political structures, infrastructures and population trends which have,  
644 for considerable times, superimposed options to dedicate resources and actions to develop  
645 single transport modes. Leipzig has demonstrated a continuous sustainability-oriented  
646 orientation right from its "democratic beginnings" following German reunion, supported by  
647 participatorily developed strategies. These early course settings provide navigation orientation  
648 on a "stormy sea" of heavily opposing interests after German reunion, i.e., neo-liberal interests  
649 to make profit of urban assets versus shaping the city for the common good and catching-up  
650 car use versus sustainability-oriented transport development. A recurring topic is the  
651 maintenance and development of attractive, traffic-avoiding urban structures of short  
652 distances (L1+4+6).

653  
654 Transition pathways are similar in their developments, as early branching phases particularly  
655 address the preservation and development of the PT system (B1+2,K1-3,L1), which underlines  
656 the role of a well-developed PT system as backbone for sustainability-oriented transport  
657 developments and appears to be one central reason why the cities have developed into  
658 frontrunners for urban modal shift in Germany. Transition pathways also resemble one another  
659 as cycling has been intensively promoted, whereas the promotion of walking and more  
660 restrictive approaches against car use are rather part of later branching phases. Whereas the  
661 promotion of walking follows a general trend of being recognized only recently (e.g., first  
662 national walking congress 2014), conducting more restrictive measures against car use appears  
663 to become a more feasible option for politics and planning when sustainability-oriented  
664 subaltern regimes are well developed, provide convincing alternatives to the car and, based on  
665 local mindset and learning-processes, urban society provides the necessary acceptance.

666  
667 The comparative approach demonstrates that mobility pathways are different regarding  
668 orderings of transport modes being improved, timings, kinds of changes (substantive vs.  
669 orchestrating) and dynamics (figure 7). This underlines that mobility pathways are in large parts  
670 very distinctive, locally shaped developments and not, for example, extensively predetermined  
671 by landscape developments or superior political levels. Thus, cities principally have significant  
672 room for maneuver to locally shape urban mobility through modal shift. Figure 7 indicates that  
673 urban mobility transitions are taking up speed in recent times, which corresponds to increasing  
674 attention for climate protection and urban sustainability at landscape and regime level. In the  
675 three cities, this may also be the result of developments building up on each other, which may  
676 hopefully lead to a further S-curve like developments towards sustainable urban transport.





677  
678

679 **Figure 7: Mapping qualitatively assessed dynamics of branching phases towards sustainable**  
680 **mobility on a timescale**

681

## 682 5.2 'Why?' – Pathway mechanisms

683

684 All three cities have entered transition pathways for quite some time (B1,K1,L1), i.e., mobility  
685 transitions have not come about in the short run but required considerable time for multiple  
686 transformative processes to happen: the development of infrastructures, which per se requires  
687 time, staff and finance (B3;B5/6;K1-4;L5;L9), the right structural and situational contexts to  
688 push forward developments (windows of opportunity, B5;K4;L5,L7,L9), procedural  
689 developments over time like co-evolution, learnings and knock-on effects and capable change  
690 agents who made use of the right strategies and co-productive approaches at the right time  
691 (B2,B3,B5-8;K3,K4,K6;L3,L4). The study visualizes that both substantial and strategical  
692 branching phases are important: Substantial branchings provide mobility alternatives to the  
693 car, allow for co-evolution of sustainable mobility practices, provide examples for the value of  
694 more sustainability-oriented transport and may serve to foster and maintain societal support.  
695 Strategic guidelines and orchestrating activities are important to provide long-term orientation  
696 to align actions, also when more pressing landscape developments temporarily superimpose  
697 local room for maneuvers (Leipzig).

698

699 Systematically considering the role of ‘urban landscapes’ provided additional explanation: The  
700 city’s rather open-minded, experimental and somewhat rebellious DNAs with vivid citizenships  
701 have provided the necessary room for change agents to steer developments in times when the  
702 general landscape trends were far more car-oriented. The cities provided innovative impulses  
703 that sometimes even triggered amendments in the German traffic regulations (K3;B3/5/6).

704  
705 Figures 4-6 visualize profound structure-agency relations, as for most branching phases the  
706 main influencing factors comprise both structural factors (depicted above branching phases)  
707 and agency factors (depicted below branching phases) (B2+3+7,K3+4,L4+9). Within this  
708 structure-agency relation, the study highlights the particular role of change agents, who have  
709 decisively pushed forward urban developments within broader structural opportunities.  
710 Change agents made noticeable impacts due to their personal engagement for a matter of their  
711 belief and sometimes by conducting innovative approaches that paved the way to legal  
712 amendments (B3+5+6,K3). Change agents identified come from powerful positions, i.e.,  
713 decision makers from politics, but also from city administrations and (to a less visible degree)  
714 civil society. In several cases, it was the strategic ability of change agents to create opportunities  
715 for discourse and actor coalitions (B3+6+7,K4+7,L2-5+7+9). Overall, case studies underline the  
716 multi-factor, multi-actor and multi-level character of urban mobility pathways, where different  
717 change agents and actor-coalitions mutually co-create urban pathways, particularly when  
718 windows of opportunity open up (B5,K4,L7/8) and development build up on each other.  
719

## 720 6 Discussion

721

### 722 6.1 Analytical framework

723

724 The conceptual framework enriches the MLP by incorporating several mobility regimes to  
725 analyze reconfigurative multi-regime developments along key branching phases. A layer of  
726 ‘urban landscape’ is used to consider deeply-rooted urban rationales (‘Eigenlogiken’) to better  
727 understand locally-specific pathways. Building upon Hölscher et al.’s framework (2023), the  
728 paper extends their approach to reveal and elucidate structural patterns of multi-regime-  
729 developments across time. The approach allows to analyze pathways through “lenses of  
730 different granularity” (Geels 2018b), i.e., both from a zoomed-in perspective (influencing  
731 factors of single branching phases) and a zoomed-out perspective (overall pathway dynamics,  
732 e.g., kinds and orderings of branching phases). This contributes to bridging the “micro versus  
733 macro dilemma” raised by transition scholars (Köhler et al. 2019: 18) and, similar to current  
734 research endeavors (Strambach & Pflitsch 2018 & 2020), connects micro-level developments  
735 to gradual changes at meso- and macro-level (structure-agency relation, e.g., tram-train  
736 innovation leading to self-perception of Karlsruheers to live in a city of sustainable mobility). The  
737 framework makes developments and interdependencies visible across time, helps interpret  
738 emerging entities and can be used to explain diverging trajectories across time and places (e.g.,  
739 superimposing effects of GDR-landscape development leading to more strategic approaches in  
740 Leipzig). The usefulness of this framework for other multi-regime contexts could be tested.

741

### 742 6.2 Urban landscape

743

744 To gain a deeper understanding, the paper focuses on how cities developed historically and  
745 what can be seen as deeply-rooted urban characteristics (‘Eigenlogik’). To do so, the paper

746 integrates a layer of ‘urban landscape’ into MLP. As a result, the cities resemble one another in  
747 having rather open-minded, experimental and rebellious characteristics with strong  
748 citizenships that derive from their historic developments and which facilitated advancements  
749 prior to overall trends. These characteristics are similar to alternative milieus that research finds  
750 relevant to create geographical protection for the emergence of niches and sustainability  
751 experiments (Longhurst 2015, Torrens et al. 2019).

752  
753 The focus on historically rooted ‘Eigenlogik’ resembles what McLeish et al. (2022) refer to as  
754 ‘landscape imprinting’, i.e., “marks of the past [that] remain as collectively-held memories and  
755 influence wider systems of meaning” (151) or what Binz et al. call ‘place frames’, i.e., “shared  
756 understandings of what a place is (...) [that] reflects[s] wider landscape features such as societal  
757 values, national or global trends, and/or cultural shifts” (2020: 2). While the regime level has  
758 received differentiated consideration and is separated into different spheres, the exogenous  
759 landscape level has hitherto received much less conceptual differentiation. The paper suggests  
760 that landscape could be thought of more distinctively, for example by considering place-related  
761 landscape layers (urban/extra-urban or regional, national landscapes) or, as conducted by  
762 McLeish et al. (2022), by integrating additional layers when collectively held meanings evolve.

763

### 764 6.3 Multi-scalar considerations

765

766 Research underlines the problematic character of limiting analyses to geographical categories  
767 such as ‘cities’, ‘regions’ and ‘nations’, as it “fails to consider the fluidity, permeability, and  
768 multi-scalarity of such territorial containers” (Binz et al. 2020: 2; Miörner & Binz 2021). Scholars  
769 have thus elaborated how to incorporate spatial scales into MLP to consider extended numbers  
770 of interactions between different spatial scales (Raven et al. 2012). Since a special interest of  
771 this paper is on capturing deeply-rooted urban characteristics, the paper split the landscape  
772 level into ‘urban’ and ‘extra-urban’, which adds to a geographically more nuanced view on  
773 multi-scalar interdependencies. The study contains more multi-scalar interrelations, for  
774 example in case of local experiments changing national law (B3+5+6) or a green state transport  
775 ministry triggering restrictive parking at local level (K6). Such multi-scalar interdependencies  
776 could be analyzed more explicitly (Truffer et al. 2015; Binz et. al. 2020).

777

778 Mobility transitions may often start in urban contexts where problems like (mobility) injustices  
779 are particularly evident and where urban landscapes are favoring. Cities may serve as initial  
780 seedbeds from where transitions gather pace when superior political levels get involved (Geels  
781 2011b), e.g., national legislation amendments based on local innovations in Bremen. When  
782 overall landscape conditions become more sustainability-oriented, changes that started in  
783 cities may influence later-coming cities and possibly also rural environments where pressures  
784 to act are not as striking and urban landscapes not as favoring. This way, frontrunning cities  
785 have the potential to shape overall sustainability transitions across scales and places.

786

### 787 6.4 Limitations and further research

788

789 The study has limitations. Although it employs lenses of different granularity, the main focus is  
790 on distilling key branching phases from a broader big picture perspective. This ‘telescopic’  
791 approach (Martin 2016; Geels 2018b) may have spotted only the brightest shining branching  
792 phases and cause-effect relations and many other, more subtle ones remain hidden. Research  
793 addressing smaller units of analysis may provide more subtle insights. Furthermore, the focus

794 on the urban level risks a ‘containerized’ view on the space transitions play out. Research draws  
795 increasing attention to conceptualizing transition trajectories from a multi-scalar perspective  
796 to transcend pre-set spatial containers like national or urban demarcations (Miörner & Binz  
797 2021). In the study, multi-scalar relationships manifest in few examples (K6,L9), however could  
798 be depicted more systematically. Developing conceptual frameworks to grasp this particular  
799 complexity would be a fruitful endeavor.

800  
801 The complexity of comparative pathway analysis led to focusing on almost exclusively  
802 sustainability-oriented branching phases, leading to an appearance of cities becoming  
803 unidirectionally more sustainable. However, mobility transitions are rather up- and down-  
804 developments with a multiplicity of different dynamics unfolding in parallel (acceleration,  
805 deceleration, stagnation; Ehnert et al. 2018). Also, transition processes depend on acceptance  
806 and legitimation in and by society and changes in values are likely to come about in non-linear  
807 phases (Leggewie & Messner 2012). A more comprehensive approach could encompass the  
808 simultaneous existence of diverging STM- versus MPT-oriented streams, shifts in their relative  
809 weight and mechanisms for STM-oriented streams to prevail against resistance by incumbent  
810 MPT-regime and power relations (Avelino & Wittmayer 2016, Avelino 2017, Geels 2014).

811  
812 While the retrospective perspective of this analysis provides a useful approach to identify STM-  
813 oriented branching phases, currently ongoing processes are much more dynamic and uncertain  
814 regarding what streams will prevail. This refers to the general methodological dilemma to what  
815 extend process analyses should address historical transitions versus system innovations in-the-  
816 making by “following situated actors in their negotiation of contested and uncertain attempts  
817 at system innovation” (Köhler et al. 2019: 18). From the “in-the-making perspective”, transition  
818 research should develop conceptual approaches to analyze and ‘read’ patterns of currently  
819 ongoing developments in complex mobility systems to provide scientifically-grounded  
820 navigation support for action. Also, structural conditions become shaped by faster and also  
821 more shock-like dynamics (McLeish et al. 2022) like war, climate change impacts, Fridays for  
822 Future and Last Generation protests and concerning biodiversity losses, but also new  
823 opportunities like Germany-wide 49 Euro ticket for local public transport. Such developments  
824 should be investigated from a closer in-the-making perspective. Regarding mobility, research  
825 should further analyze processes under different structural conditions, e.g., frontrunning  
826 versus late-coming cities, large versus small cities, urban versus rural areas, and more ambitious  
827 approaches to phase out car use (‘exnovation’; Wolfram 2019, Wetzchewald 2023) – as “the  
828 difficulty lies not so much in developing new ideas as in escaping from old ones” (phrase  
829 assigned to John Maynard Keynes). Transition scholars consider this the “next phase of  
830 transitions” (Köhler 2019: 21).

831

## 832 7 Conclusions

833

834 Besides analyzing tipping points in earth system conditions (Lenton et al. 2019), research  
835 increasingly analyses whether also societies have the potential for tipping dynamics to  
836 significantly accelerate transitions (Otto et al., 2020; Winkelmann et al., 2022). Similar to  
837 Torrens et al. (2019), this paper indicates the potential for self-reinforcing, path-creating and  
838 accelerating transition dynamics, particularly if convincing mobility alternatives to the car are  
839 developed, knock-on effects and societal learning take place and change agents use windows  
840 of opportunity to establish actor-coalitions for co-creation.

841

842 Sustainability transitions essentially require new sets of values, practices and mindsets, both at  
843 the political regime and the individual level. By considering historically-rooted urban  
844 'Eigenlogiken', the paper sheds light on some characteristics that can be considered to be  
845 essential for achieving 'deep' transitions that require large parts of society to get involved. Such  
846 characteristics may be particularly present in the cities analyzed with claims for democracy and  
847 a sense of justice, curiosity for novelties and courage to experiment, political participation and  
848 co-production, strong citizenships and a will for self-determination. According to the theory of  
849 self-determination, the facilitation of intrinsic motivation is key for social development and  
850 well-being (Ryan & Deci 2000). Self-determination requires social contexts supportive of  
851 autonomy, competence and relatedness. The local level provides a source for relatedness  
852 (Chapin & Knapp 2015) with collectively-held meanings and by providing space for actors to  
853 join forces for joint pathway creations – which connects the very individual level to necessary  
854 value-based landscape changes.

855

### 856 **Acknowledgments**

857 The author would like to thank the 46 interview partners in the cities of Bremen, Karlsruhe  
858 and Leipzig that dedicated their time and shared their knowledge for this work. My thanks  
859 also go to Oscar Reutter who supported the research process as a mentor and commented on  
860 earlier versions of this paper.

861

### 862 **Funding**

863 The author received funding for conducting this research and writing the paper by  
864 scholarships from ADAC Stiftung, Bergische Universität Wuppertal and Wuppertal Institute for  
865 Climate, Environment and Energy gGmbH. The author would like to thank all three institutions  
866 very much for their support. The Wuppertal Institute funded open access publication.

867

### 868 **Declaration of competing interests**

869 The author has no conflicts of interests to declare.

870

871 6 References

872

873 Abbott, A. (2001). *Time Matters: On Theory and Method*, Chicago, IL: University of Chicago  
874 Press.

875 Antadze, N.; McGowan, K. A. (2017). Moral entrepreneurship: Thinking and acting at the  
876 landscape level to foster sustainability transitions. *Environmental Innovation and*  
877 *Societal Transitions* 25, 1-13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eist.2016.11.001>

878 Arnold, G. (2020): Does Entrepreneurship Work? Understanding What Policy Entrepreneurs Do  
879 and Whether It Matters. *Policy studies Journal*, <https://doi.org/10.1111/psj.12388>

880 Avelino, F. (2017). Power in Sustainability Transitions: Analysing power and (dis)empowerment  
881 in transformative change towards sustainability. *Environmental Policy and*  
882 *Governance*. DOI: 10.1002/eet

883 Avelino, F.; Wittmayer, J. M. (2016). Shifting Power Relations in Sustainability Transitions: A  
884 Multi-actor Perspective. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 18 (5), 628-  
885 649, <https://doi.org/10.1080/1523908X.2015.1112259>

886 Binz, C.; Coenen, L.; Murphy, J.T.; Truffer, B. (2020). Geographies of transition – From topical  
887 concerns to theoretical engagement: A comment on the transitions research  
888 agenda. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 34: 1-3.  
889 <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.11.002>

890 Bögel, P.M., Augenstein, K., Levin-Keitel, M., Upham, P. (2022). An interdisciplinary perspective  
891 on scaling in transitions: Connecting actors and space. *Environmental Innovation*  
892 *and Societal Transitions* 42, 170-183. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.12.002>.

893 Borchardt-Wenzel (2023). Beamtenstadt – diesen Ruf hat sich Karlsruhe einst redlich verdient.  
894 *Badische Neueste Nachrichten* of 25<sup>th</sup> June 2023.  
895 [https://bnn.de/karlsruhe/karlsruhe-stadt/innenstadt/beamtenstadt-diesen-ruf-](https://bnn.de/karlsruhe/karlsruhe-stadt/innenstadt/beamtenstadt-diesen-ruf-hat-sich-karlsruhe-einst-redlich-verdient)  
896 [hat-sich-karlsruhe-einst-redlich-verdient](https://bnn.de/karlsruhe/karlsruhe-stadt/innenstadt/beamtenstadt-diesen-ruf-hat-sich-karlsruhe-einst-redlich-verdient)

897 Bratzel S., (1999) Conditions of success in sustainable urban transport policy – Policy change in  
898 ‘relatively successful’ European cities. *Transport Reviews* 19 (2): 177-190.

899 Bräunche, E. O.; Koch, M. (2015): *Karlsruher Stadtgeschichte*. Letzte Aktualisierung 16.4.2015.  
900 [accessed July 2022]

901 Bräunche, E. O. (2015). Revolution 1848/49. City encyclopedia of Karlsruhe.  
902 <https://stadtdlexikon.karlsruhe.de/index.php/De:Lexikon:ereig-0225>

903 Bruno, M.; Dekker, H-J., Lemos, L. L. (2021). Mobility protests in the Netherlands of the 1970s:  
904 Activism, innovation, and transitions. *Environmental Innovation and Societal*  
905 *Transitions* 40, 521-535. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.10.001>

906 Bruno, M. (2022). Cycling and transitions theories: A conceptual framework to assess the  
907 relationship between cycling innovations and sustainability goals. *Transportation*  
908 *Research Interdisciplinary Perspectives* 15, 100642.  
909 <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100642>

910 Bundesarchiv (n.y.). Wie die Stasi die Leipziger Umweltbewegung überwachte. Der Pleiße-  
911 Gedenkmarsch vom 5. Juni 1988 [How Stasi controlled Leipzig’s environmental  
912 movement. Pleiße commemoration march of 5th June 1988]. [https://www.stasi-](https://www.stasi-unterlagen-archiv.de/informationen-zur-stasi/themen/beitrag/der-pleisse-gedenkmarsch-vom-5-juni-1988-und-die-reaktion-der-staatsicherheit/)  
913 [unterlagen-archiv.de/informationen-zur-stasi/themen/beitrag/der-pleisse-](https://www.stasi-unterlagen-archiv.de/informationen-zur-stasi/themen/beitrag/der-pleisse-gedenkmarsch-vom-5-juni-1988-und-die-reaktion-der-staatsicherheit/)  
914 [gedenkmarsch-vom-5-juni-1988-und-die-reaktion-der-staatsicherheit/](https://www.stasi-unterlagen-archiv.de/informationen-zur-stasi/themen/beitrag/der-pleisse-gedenkmarsch-vom-5-juni-1988-und-die-reaktion-der-staatsicherheit/)

915 BVerfG – Bundesverfassungsgericht (2021). Leitsätze zum Beschluss des Ersten Senats vom 24.  
916 März 2021.  
917 [https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Entscheidungen/DE/2021](https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Entscheidungen/DE/2021/03/rs20210324_1bvr265618.html)  
918 [/03/rs20210324\\_1bvr265618.html](https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Entscheidungen/DE/2021/03/rs20210324_1bvr265618.html)

- 919 Chapin, F.S., Knapp, C.N (2015). Sense of place: a process for identifying and negotiating  
920 potentially contested visions of sustainability. *Environ. Sci. Policy* 53, 38–46.
- 921 Dolak, G. (2013). Bremen am Ende. *FOCUS Magazin* No. 42.  
922 [https://www.focus.de/politik/deutschland/warum-bremen-ueberall-schlusslicht-](https://www.focus.de/politik/deutschland/warum-bremen-ueberall-schlusslicht-ist-rote-laterne-der-republik_id_2240999.html)  
923 [ist-rote-laterne-der-republik\\_id\\_2240999.html](https://www.focus.de/politik/deutschland/warum-bremen-ueberall-schlusslicht-ist-rote-laterne-der-republik_id_2240999.html)
- 924 Ehnert, F., Frantzeskaki, N., Barnes, J., Borgström, S., Gorissen, L., Kern, F., Strenchock, L.,  
925 Egermann, M., 2018. The acceleration of urban sustainability transitions: a  
926 comparison of Brighton, Budapest, Dresden, Genk, and Stockholm. *Sustainability*  
927 10, 612. <https://DOI.org/10.3390/su10030612>
- 928 Ferloni, A. (2022). Transitions as coevolutionary process: The urban emergence of electric  
929 vehicle inventions. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 44, 205-225.  
930 <https://doi.org/10.1016/j.eist.2022.08.003>
- 931 Fotopoulos, Y., Arapothatis, S., Pearson, P. J. G. (2019). Branching points and transition  
932 pathways in the Greek Natural Gas Regime, 1966-2016. *Environmental Innovation*  
933 *and Social Transitions* 32, 69-89. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.05.002>
- 934 Förster, O. W. (2016). Mein Leipzig lob' ich mir... Article in TAZ, [https://taz.de/Mein-Leipzig-lob-](https://taz.de/Mein-Leipzig-lob-ich-mir/!5295250/)  
935 [ich-mir/!5295250/](https://taz.de/Mein-Leipzig-lob-ich-mir/!5295250/)
- 936 Foxon, T. J., Pearson, P. J.G., Arapostathis, S., Carlsson-Hyslop, A., Thornton, J. (2013). Branching  
937 points for transition pathways: assessing responses of actors to challenges on  
938 pathways to a low carbon future. *Energy Policy* 52: 146-158.
- 939 Geels, F.W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a  
940 multi-level perspective and a case-study, *Res. Policy* 31, 1257–1274.  
941 [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- 942 Geels, F.W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: insights  
943 about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research*  
944 *Policy* 33 (6/7), 897-920. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>
- 945 Geels, F.W. (2005). The dynamics of transitions in socio-technical systems: a multi-level analysis  
946 of the transition pathway from horse-drawn carriages to automobiles (1860–1930).  
947 *Technol Anal Strateg Manag.* 2005; 17:445–76.
- 948 Geels, F. W. (2011a). The multi-level perspective on sustainability transitions: responses to  
949 seven criticisms, *Environ. Innov. Soc. Transit.* 1, 24–40.  
950 <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002>
- 951 Geels, F. W. (2011b). The role of cities in technological transitions. Analytical clarifications and  
952 historical examples. In: *Cities and Low Carbon Transitions*, 13-28. Oxfordshire:  
953 Routledge.
- 954 Geels, F. W. (2012). A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-  
955 level perspective into transport studies. *Journal of Transport Geography* 24: 471-  
956 482. doi:10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021
- 957 Geels, F. W. (2014). Regime Resistance against Low-Carbon Transitions: Introducing Politics and  
958 Power into the Multi-Level Perspective. *Theory, Culture & Society* 31 (5), 21-40.  
959 <https://doi.org/10.1177/0263276414531627>
- 960 Geels, F. W. (2018a). Disruption and low-carbon system transformation: progress and new  
961 challenges in socio-technical transitions research and the Multi-Level Perspective,  
962 *Energy Res. Soc. Sci.* 37 (2018) 224–231.
- 963 Geels, F. W. (2018b). Low-carbon transition via system reconfiguration? A socio-technical  
964 whole system analysis of passenger mobility in Great Britain (1990-2016). *Energy*  
965 *Research & Social Science* 46: 86-102.



- 966 Geels, F. W. (2022). Causality and explanation in socio-technical transitions research: Mobilising  
967 epistemological insights from the wider social sciences. *Research Policy* 51, vol.  
968 51(6), 104537, <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104537>
- 969 Geels, F. W. & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*  
970 36: 399-417. doi:10.1016/j.respol.2007.01.003
- 971 Geels, F. W. & Schot, J. (2010a): Part I: The Dynamics of Transitions: A Socio-Technical  
972 Perspective. In: Grin, J.; Rotmans, J.; Schot, J., *Transitions to Sustainable*  
973 *Development. New Directions in the Study of Long Term Transformative Change*,  
974 9-101. New York, NY: Routledge.
- 975 Geels, F. W. & Schot, J. (2010b): Reflections: Process Theory, Causality and Narrative  
976 Explanation. In: Grin, J.; Rotmans, J.; Schot, J., *Transitions to Sustainable*  
977 *Development. New Directions in the Study of Long Term Transformative Change*,  
978 93-101. New York, NY: Routledge.
- 979 Geels, F. W., Kern, F., Fuchs, G., Hinderer, N., Kungl, G., Mylan, J., Neukirch, M., Wassermann,  
980 S. (2016). The enactment of socio-technical transition pathways: A reformulated  
981 typology and a comparative multi-level analysis of the German and UK low-carbon  
982 electricity transitions (1990–2014). *Research Policy* 45: 896-913.  
983 <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2016.01.015>
- 984 George, A.; Bennett, A. (2004). *Case studies and theory development in the social sciences*.  
985 Cambridge MA: MIT Press.
- 986 Giddens, A. (1984). *The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration*.  
987 Berkeley: University of California Press.
- 988 Hansen, T., Coenen, L. (2015). The geography of sustainability transitions: review, synthesis and  
989 reflections on an emergent research field. *Environ. Innov. Soc. Trans.* 17, 92–109.  
990 <http://dx.doi.org/10.1016/j.eist.2014.11.001>.
- 991 Hart, P. (2014). *Understanding public leadership. The Public Management and Leadership*  
992 *series*. London: PALGRAVE.
- 993 Hein, T. (n.y.). *Die Freigeister von der Weser. brand eins*,  
994 [https://www.brandeins.de/magazine/brand-eins-neuland/land-bremen-mut-macht-](https://www.brandeins.de/magazine/brand-eins-neuland/land-bremen-mut-macht-erfinderisch/die-freigeister-von-der-weser)  
995 [erfinderisch/die-freigeister-von-der-weser](https://www.brandeins.de/magazine/brand-eins-neuland/land-bremen-mut-macht-erfinderisch/die-freigeister-von-der-weser)
- 996 Hennicke; P.; Koska, T.; Rasch, J.; Reutter, O.; Seifried, D. (2021). *Nachhaltige Mobilität für alle*  
997 *– Ein Plädoyer für mehr Verkehrsgerechtigkeit*. Oekom verlag: München, ISBN 978-3-  
998 96238-279-7.
- 999 Hermwille, L. (2016). The role of narratives in socio-technical transitions – Fukushima and the  
1000 energy regimes of Japan, Germany, and the United Kingdom. *Energy Research & Social*  
1001 *Science* 11, 237-246. <http://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2015.11.001>
- 1002 Höck, Carl-Friedrich (2019): *Serie Friedliche Revolution: Das Leipziger Modell*. Artikel vom  
1003 11.6.2019 in *Demo vorwärts-kommunal*. [https://www.demo-online.de/blog/leipziger-](https://www.demo-online.de/blog/leipziger-modell)  
1004 [modell](https://www.demo-online.de/blog/leipziger-modell) [accessed 18.10.22].
- 1005 Hodson, M.; Geels, F. W., McMeekin, A. (2017). Reconfiguring Urban Sustainability Transitions,  
1006 *Analysing Multiplicity*. *Sustainability* 9, 299; doi:10.3390/su9020299
- 1007 Hodson, M., Marvin, S., 2010. Can cities shape sociotechnical transitions and how would we  
1008 know if they were? *Res. Policy* 39, 477–485.
- 1009 Hölscher, K.; Wittmayer, J. M.; Olfert, A.; Hirschnitz-Garbers, M.; Walther, J.; Schiller, G. (2023).  
1010 *Creating actionable knowledge one step at a time: An analytical framework for*  
1011 *tracing systems and agency in nice innovation pathways*. *Environmental Innovation*  
1012 *and Societal Transitions* 46, 100682, <https://doi.org/10.1016/j.eist.2022.11.007>

- 1013 Holz-Rau, C.; Wachter, I., Feiertag, P., Randelhoff, M., Scheiner, J., Wächter, L., Zimmermann,  
1014 K. (2022). Mobilitätswende – Wider den lähmenden Optimismus. Nachrichten der  
1015 ARL 01/2022, 16-21.
- 1016 ICLEI European Secretariat GmbH (n.y.). Award for Sustainable Urban Mobility Planning.  
1017 <https://mobilityweek.eu/past-awards/sump-award/>
- 1018 IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2014): Summary for policymakers. In:  
1019 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and  
1020 Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report  
1021 of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J.  
1022 Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada,  
1023 R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and  
1024 L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and  
1025 New York, NY, USA, pp. 1-32.  
1026 [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar5\\_wgII\\_spm\\_en.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar5_wgII_spm_en.pdf)
- 1027 IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2023): Summary for Policymakers. In:  
1028 Climate Change 2023: Synthesis Report. A Report of the Intergovernmental Panel  
1029 on Climate Change. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth  
1030 Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core  
1031 Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 36 pages.  
1032 (in press).  
1033 [https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf)
- 1034 Janssen, A.; Beers, PJ, van Mierlo, B. (2022). Identity in sustainability transitions: The crucial role  
1035 of landscape in the Green Heart. Environmental Innovation and Societal Transitions  
1036 42, 362-373. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2022.01.008>
- 1037 Jensen, O. B. (2009). Flows of Meaning, Cultures of Movements – Urban Mobility as Meaningful  
1038 Everyday Life Practice. Mobilities 4(2), 139-159. DOI:  
1039 10.1080/17450100802658002
- 1040 Kingdon, J. W. (1984). Agenda, Alternatives and Public Policy. Boston, MA: Little, Brown.
- 1041 Köhler, J., Geels, F. W., Kern, F., Markard, J., Onsongo, E., Wiecezorek, A., Alkemade, F., Avelino,  
1042 F., Bergek, A., Boons, F., Fünfschilling, L., Hess, D., Holtz, G., Hyysalo, S., Jenkins, K.,  
1043 Kivimaa, P., Martiskainen, M., McMeekin, A., Mühlemeier, M. S., ... Wells, P. (2019).  
1044 An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future  
1045 directions. Environmental Innovation and Societal Transitions, 31, 1–32.  
1046 <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.01.004>
- 1047 Kooiman, J. (2003). Governing As Governance. SAGE, London.  
1048 <https://sk.sagepub.com/books/governing-as-governance>
- 1049 Kube, L. (2020). Karlsruher „Straßenbahnpapst gestorben: Der Mann, der uns das Bahnfahren  
1050 erleichterte. Article of 17 July 2020, [https://www.ka-  
1051 news.de/region/karlsruhe/karlsruher-strassenbahnpapst-dieter-ludwig-gestorben-  
1052 der-mann-der-uns-das-bahnfahren-erleichterte-art-2550919](https://www.ka-news.de/region/karlsruhe/karlsruher-strassenbahnpapst-dieter-ludwig-gestorben-der-mann-der-uns-das-bahnfahren-erleichterte-art-2550919).
- 1053 Leggewie, C.; Messner, D. (2012). The low-carbon transformation – A social science  
1054 perspective. Journal of renewable and sustainably energy 4, 041404.  
1055 <http://dx.doi.org/10.1063/1.4730138>
- 1056 Lenton, T. M.; Rockström, J.; Gaffney, O.; Rahmstorf, S.; Richardson, K.; Steffen, W.;  
1057 Schellnhuber, H. J. (2019). Climate tipping points – too risky to bet against. Nature  
1058 575, 592-595, doi: <https://doi.org/10.1038/d41586-019-03595-0>

- 1059 Linnér, B.-O., Wibeck, V. (2021). Drivers of sustainability transformations: leverage points,  
1060 contexts and conjunctures. *Sustainability Science* 16: 889-900.  
1061 <https://doi.org/10.1007/s11625-021-00957-4>
- 1062 Longhurst, N. (2015). Towards an 'alternative' geography of innovation: Alternative milieu,  
1063 socio-cognitive protection and sustainability experimentation. *Environmental*  
1064 *Innovation and Societal Transitions* 17, 183-198.  
1065 <https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.12.001>
- 1066 Loorbach, D. (2007). Governance for sustainability. *Sustainability: Science, Practice & Policy*  
1067 3(2), 1-14.
- 1068 Löw, M. (2008): Eigenlogische Strukturen – Differenzen zwischen Städten als konzeptuelle  
1069 Herausforderung. In: Berking, H.; Löw, M. (Eds.) (2008). *Die Eigenlogik der Städte.*  
1070 *Neue Wege für die Stadtforschung*, p. 33-54. Campus Verlag GmbH: Frankfurt/New  
1071 York.
- 1072 lpb – Landeszentrale für politische Bildung Baden-Württemberg (n.y.). Karlsruhe – Stadt der  
1073 Demokratie und des Rechts. [https://www.landeskunde-baden-](https://www.landeskunde-baden-wuerttemberg.de/karlsruhe#c15485)  
1074 [wuerttemberg.de/karlsruhe#c15485](https://www.landeskunde-baden-wuerttemberg.de/karlsruhe#c15485)
- 1075 Mahoney, J. (2008). Towards a Unified Theory of Causality. *Comparative Political Studies* 41 (4-  
1076 5): 412-36. <https://doi.org/10.1177/0010414007313115>
- 1077 Mardin, I. (2020). Hypezig: Leipzig as the New Place to be? *Harvard International Review*. Article  
1078 of 7 April 2020. <https://hir.harvard.edu/hypezig-leipzig-as-the-new-place-to-be/>
- 1079 Martin, B.R. (2016). Twenty challenges for innovation studies. *Science and Public Policy*, 1-19.  
1080 Oxford University Press. doi: 10.1093/scipol/scv077
- 1081 May, J. V., Wildavsky, A. B. (1978). *The policy cycle*. Beverly Hills: Sage Publications.
- 1082 McLeish, C.; Johnstone, P.; Schot, J. (2023). The changing landscape of deep transitions:  
1083 Sociotechnical imprinting and chemical warfare. *Environmental Innovation and*  
1084 *Societal Transitions* 43, 146-156. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2022.03.008>
- 1085 McMeekin, A., Geels, F. W., Hodson, M. (2019). Mapping the winds of whole system  
1086 reconfiguration: Analysing low-carbon transformations across production,  
1087 distribution and consumption in the UK electricity system (1990–2016). *Research*  
1088 *Policy* 48: 1216-1231.
- 1089 Meadowcroft, J. (2011). Engaging with the *politics* of sustainability transitions. *Environmental*  
1090 *Innovation and Societal Transitions* 1, 70-75. doi:10.1016/j.eist.2011.02.003
- 1091 Messner, D. (2015). A social contract for low carbon and sustainable development:  
1092 Reflections on non-linear dynamics of social realignment and technological  
1093 innovations in transformation processes. *Technological Forecasting and Social*  
1094 *Change* 98: 260-270. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.05.013>
- 1095 Mitchell, D. (2002). Cultural landscapes: the dialectical landscape - Recent landscape research  
1096 in human geography. *Prog. Hum. Geogr.* 26, 381–390.  
1097 <https://doi.org/10.1191/0309132502ph376pr>.
- 1098 Miörner, J., Binz, C. (2021). Towards a multi-scalar perspective on transition trajectories.  
1099 *Environmental Innovation and Societal Transitions* 40, 172-188.  
1100 <https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.06.004>
- 1101 Mansour, H. M., Alves, F. B.; da Costa, A. R. (2023). A Comprehensive Methodological Approach  
1102 for the Assessment of Urban Identity. *Sustainability* 15, 13350.  
1103 <https://doi.org/10.3390/su151813350>
- 1104 Müller, M.; Reutter, O. (2022). Course change: Navigating urban passenger transport toward  
1105 sustainability through modal shift. 16(8), 719-743, DOI:  
1106 10.1080/15568318.2021.1919796

- 1107 Müller, M., & Reutter, O. (2020). Benchmark: Climate and environmentally friendly urban  
1108 passenger transport – The concepts of the European Green Capitals 2010-2020.  
1109 World Transport Policy and Practice, 26(2), 21–43
- 1110 Müller, M., & Reutter, O. (2017). Vision development towards a sustainable North Rhine-  
1111 Westphalia 2030 in a science-practice-dialogue. Sustainability, 9(7), 1111.  
1112 <https://doi.org/10.3390/su9071111>
- 1113 Münchau, W. (2015). The Meaning of VW. The International Economy, Fall 2015, 59-61.  
1114 [http://www.international-economy.com/TIE\\_F15\\_Munchau.pdf](http://www.international-economy.com/TIE_F15_Munchau.pdf).
- 1115 Otto, I. M., Donges, J. F., Cremades, R.; Schellnhuber, H. J. (2020). Social tipping dynamics for  
1116 stabilizing Earth’s climate by 2050. PNAS 117 (5), 2354-2365,  
1117 <https://doi.org/10.1073/pnas.1900577117>
- 1118 Peris-Blanes, J., Segura-Calero, S., Sarabia, N., Ribó-Pérez, D. (2022). The role of place in shaping  
1119 urban transformative capacity. The case of València (Spain). Environmental  
1120 Innovation and Societal Transitions 42, 124-137.  
1121 <https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.12.006>
- 1122 Pesch, U. (2015). Tracing discursive space: Agency and change in sustainability transitions.  
1123 Technological Forecasting & Social Change 90: 379-388.  
1124 <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2014.05.009>
- 1125 Pesch, U.; Vernay, A.-L.; van Bueren, E.; Iverot, S. P. (2017). Niche entrepreneurs in urban  
1126 systems integration: On the role of individuals in niche formation. Environment and  
1127 Planning A, Vol. 49(8), 1922-1942. DOI: 10.1177/0308518X17705383
- 1128 Pierson, P. (2000 a). Increasing Returns, Path Dependence, and the Study of Politics. American  
1129 Political Science Review 94 (2), 251-267.
- 1130 Pierson, P. (2000 b): Not Just What, but *When*: Timing and Sequence in Political Processes.  
1131 Studies in American Political Development, 14 (1), 72-92,  
1132 doi:10.1017/S0898588X00003011
- 1133 Pierson, P. (2004). Politics in Time. History, Institutions, and Social Analysis. Princeton:  
1134 Princeton University Press.
- 1135 Polzin, G. (2017). Verkehrsentwicklungsplan Bremen 2025. Straßenverkehrstechnik 3: 179-188.
- 1136 Raven, R., Schot, J., Berkhout, F., 2012. Space and scale in socio-technical transitions. Environ.  
1137 Innov. Soc. Transit. 4, 63–78. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2012.08.001>.
- 1138 Roberts, C.; Geels, F. W. (2019). Conditions for politically accelerated transitions: Historical  
1139 institutionalism, the multi-level perspective, and two historical case studies in  
1140 transport and agriculture. Technological Forecasting & Social Change 140, 221-240,  
1141 <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.11.019>
- 1142 Rodenstein, M. (2008). Die Eigenart der Städte – Frankfurt und Hamburg im Vergleich. In:  
1143 Berking, M.; Löw, M. (2008), 261-312.
- 1144 Rometsch, Jens (2018): Amtsleiter Gerkens geht heute in Ruhestand. Leipziger Volkszeitung  
1145 [Head of office Gerkens retires today], 29.8.2018. [accessed 18.10.22]
- 1146 Rosenbloom, D.; Meadowcroft, J. (2022). Accelerating Pathways to Net Zero: Governance  
1147 Strategies from Transition Studies and the Transition Accelerator. Current Climate  
1148 Change Reports. 8(4), DOI: 10.1007/s40641-022-00185-7
- 1149 Ruggiero, S., Busch, H., Hansen, T., Isakovic, A. (2021). Context and agency in urban community  
1150 energy initiatives: An analysis of six case studies from the Baltic Sea Region. Energy  
1151 Policy 148, 111956. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111956>
- 1152 Ryan, R. M., Deci, E. L. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic  
1153 Motivation, Social Development, and Well-Being. American Psychologist 55(1), 68-  
1154 78. DOI: 10.1037110003-066X.55.1.68

- 1155 Santos, G., Behrendt, H., & Teytelboym, A. (2010). Part II: Policy instruments for sustainable  
1156 road transport. *Research in Transportation Economics*, 28(1), 46–91.  
1157 <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2010.03.002>
- 1158 Sheller, Mimi (2018): Theorising mobility justice. *Tempo Social, revista de sociologia da USP*, v.  
1159 30, n. 2, 17-34. [doi.org/10.11606/0103-2070.ts.2018.142763](https://doi.org/10.11606/0103-2070.ts.2018.142763)
- 1160 Sims, R., Schaeffer, F., Creutzig, X., Cruz-Núñez, M. D. D., Dimitriu, M. J., Figueroa Meza, L.,  
1161 Fulton, S., Kobayashi, O., Lah, A., McKinnon, P., Newman, M., Ouyang, J. J., Schauer,  
1162 D., Sperling, G. & Tiwari. (2014). Transport. In O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y.  
1163 Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P.  
1164 Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel, &  
1165 J. C. Minx (Eds.), *Climate change 2014: Mitigation of climate change. Contribution*  
1166 *of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel*  
1167 *on Climate Change*. (pp. 599–670). Cambridge University Press. [https://](https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/)  
1168 [www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/](https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/)
- 1169 Sorrell, S. (2018). Explaining societal transitions: A critical realist perspective. *Research Policy*  
1170 47, 1267-1282. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.04.008>
- 1171 Steinmo, S. (2015). Institutionalism. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral*  
1172 *Sciences, Second Edition, 2015*, 181–185. [https://doi.org/10.1016/B978-0-08-](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.93055-1)  
1173 [097086-8.93055-1](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.93055-1)
- 1174 Strambach, S.; Pflitsch, G. (2018). Micro-dynamics in regional transition paths to sustainability  
1175 – Insights from the Augsburg region. *Applied Geography* 90: 296-307.  
1176 <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.04.012>
- 1177 Syring, E. (2016). Die „Mozarttrasse“ als Sackgasse. *WK Geschichte*,  
1178 <https://wkgeschichte.weser-kurier.de/die-mozarttrasse-als-sackgasse/>
- 1179 Torrens, J., Johnstone, P., Schot, J. (2018). Unpacking the Formation of Favourable  
1180 Environments for Urban Experimentation: The Case of the Bristol Energy Scene.  
1181 *Sustainability* 10, 879, doi:10.3390/su10030879.
- 1182 Torrens, J., Westman, L., Wolfram, M., Broto, V. C., Barnes, J., Egermann, M., Ehnert, F.,  
1183 Frantzeskaki, N., Fratini, C. F., Håkansson, I., Hölscher, K., Huang, P., Raven, R.,  
1184 Sattlegger, A., Schmidt-Thomé, K., Smeds, E., Vogel, N., Wangel, J., von Wirth, T.  
1185 (2021). Advancing urban transitions and transformative research. *Environmental*  
1186 *Innovation and Societal Transitions* 41, 102-105.  
1187 <https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.10.026>
- 1188 Truffer, B., Murphy, J. T., Raven, R. (2015): The geography of sustainability transitions: Contours  
1189 of an emerging theme. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 17, 63-  
1190 72. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.07.004>
- 1191 Truffer, B.; Rohrer, H.; Kivimaa, P.; Raven, B.; Alkemade, F.; Carvalho, L.; Feola, Giuseppe  
1192 (2022): A perspective on the future of sustainability transition research.  
1193 *Environmental Innovation and Societal Transitions* 42, 331-339.  
1194 <https://doi.org/10.1016/j.eist.2022.01.006>
- 1195 Urry, J. (2004). The ‘system’ of automobility. *Theory, Culture and Society* 21(4-5), 25-39.
- 1196 Vester, Frederic (2007). *The art of interconnected thinking: Tools and concepts for a new*  
1197 *approach to tackling complexity*. MCB Verlag, Berlin.
- 1198 Wagner, J. (2022). Entgegen aller Moral: Diese Frauen waren Bremens erste Radfahrerinnen.  
1199 *Butenun binnen*, [https://www.butenunbinnen.de/nachrichten/rad-pionierinnen-](https://www.butenunbinnen.de/nachrichten/rad-pionierinnen-bremen-104.html)  
1200 [bremen-104.html](https://www.butenunbinnen.de/nachrichten/rad-pionierinnen-bremen-104.html)

- 1201 WBGU – German Advisory Council on Global Change (2016). Humanity on the move: Unlocking  
1202 the transformative power of cities. Flagship Report. Berlin: WBGU.  
1203 [https://issuu.com/wbgu/docs/hg2016\\_en\\_highres?e=37591641/68733616](https://issuu.com/wbgu/docs/hg2016_en_highres?e=37591641/68733616)
- 1204 Weibel, P. (2015). Karlsruhe – A hidden champion? KUNSTZEITUNG 255,  
1205 <https://zkm.de/de/globale/hintergrund-zur-GLOBALE/karlsruhe>
- 1206 Wetzchewald, A. (2023). Exnovation und Verkehrswende [Exnovation and transport transition].  
1207 München: oekom. ISBN: 978-3-98726-033-9
- 1208 Winkelmann, R.; Donges, J. F., Smith, E. K.; Milkoreit, M.; Eder, C.; Heitzig, J.; Katsanidou, A.;  
1209 Wiedermann, M.; Wunderling, N.; Lenton, T. M. (2022). Social tipping processes  
1210 towards climate action: A conceptual framework. Ecological Economics 192,  
1211 107242, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107242>
- 1212 Winskel, M. (2018). Beyond the disruption narrative: Varieties and ambiguities of energy  
1213 system change. Energy Research & Social Sciences 37, 232-237.  
1214 <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.046>
- 1215 Wolfram, M. (2016). Conceptualizing urban transformative capacity: A framework for research  
1216 and policy. Cities 51, 121-130. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2015.11.011>
- 1217 Wolfram, M.; Borgström, S.; Farrelly, M. (2019). Urban transformative capacity: From concept  
1218 to practice. Ambio 48, 437-448. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01169-y>
- 1219 Zimmermann, K. (2008). Eigenlogik der Städte – Eine politikwissenschaftliche Sicht. In: Berking,  
1220 H.; Löw, M. (Eds.) (2008), pp. 207-230.

1221 **8 Appendix**

		Bremen (15 Interviews)	Karlsruhe (14 Interviews)	Leipzig (17 Interviews)
Construction and transport senators		X (Green Party)	x (FDP)	X (no party affiliation)
City council	AfD (right populist party)		x	
	CDU (Christian Democratic Party)	x	x	
	FDP (Liberal Democratic Party)	x		
	B90/ Grüne (Bündnis 90 / Green Party)	x	x	x
	Linke (Left Party)		x	x
	SPD (Social Democratic Party)	x	x	
Transport planning		<ul style="list-style-type: none"> <li>• x (strategic planning)</li> <li>• X (strategic planning)</li> <li>• X (sustainable mobility)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• x (strategic planning)</li> <li>• X (cycling)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• X (strategic planning)</li> <li>• X (local transport)</li> <li>• X (cycling representative)</li> <li>• X (walking representative)</li> </ul>
Transport providers	Public transport provider	X	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• X (local)</li> <li>• X (regional)</li> </ul>
	Car sharing	x		x
Interest representatives	Transport	<ul style="list-style-type: none"> <li>• X (ADAC)</li> <li>• X (ADFC/cycling)</li> <li>• X (FUSS e.V./ walking)</li> <li>• X (VCD/environmental transport)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• X (ADAC)</li> <li>• X (ADFC / cycling)</li> <li>• X (Pro Bahn / train)</li> <li>• X (VCD / environmental transport)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• X (ACAC)</li> <li>• X (ADFC / cycling)</li> <li>• X (BUND / environment)</li> <li>• X (Ökolöwe / environment)</li> <li>• X (train)</li> <li>• X (VCD / environmental transport)</li> </ul>
	Economy	X (IHK / Chamber of Industry and Commerce)	X (IHK / Chamber of Industry and Commerce)	
Other			X (KIT / Karlsruher Institute für Technologie )	X (StadtLabor / urban planning)

1222  
1223 A: Interview partners in the cities of Bremen, Karlsruhe and Leipzig

1224 **9 Supplemental material**

1225  
1226 **Chronicle case descriptions**

1227  
1228 **Bremen**

1229  
1230 **Bremen** is a port town located at the river Weser close to the North Sea. Getting into contact  
1231 with other cultures and new products has coined a liberal and experiment-friendly character,  
1232 which is represented by the motto “to dare and to win” that decorates the Bremen house of  
1233 merchants since 1899. As it is typical for many port and trade towns, Bremen claimed early  
1234 independence based on its (economic) self-confidence, demonstrating continuous resistance  
1235 against clerical authorities and gaining city freedom in 1186; becoming part of the Hanseatic  
1236 League of merchant communities in the 14th century. Its strong will for self-organization is  
1237 represented by Bremen being one of the three German city-states of today (together with port  
1238 city Hamburg and capital Berlin). It’s liberal, experimental and ‘somewhat anarchic’ character  
1239 (interview Bremen) with strong citizenship is also clearly visible in its transition urban mobility  
1240 pathway, as Bremen pushed forward several developments, sometimes before there was a  
1241 legal basis for it (**B3+5+6**).

1242  
1243 The two earliest branching phases depicted (**B1+2**) fell into a time that was influenced by the  
1244 1968 student movement and their claim for political participation and self-organization, as well  
1245 as increasing environmental awareness. The rebellious spirit of that time fell on particularly  
1246 absorbing ground in Bremen, where school students organized themselves and successfully

1247 protested against the planned increase of tram fares, supported by the workers' councils of  
1248 Bremen's shipyard and steel mill (**B1**).

1249  
1250 The opening of Bremen's reform political university in 1971 was influenced by the left-liberal,  
1251 progressive and self-organizational zeitgeist of 1968 student movement, leading to an influx of  
1252 young people of that mindset that also influenced overall urban mindset. This development,  
1253 together with an increased awareness of the vulnerability of car dependence (1973 oil price  
1254 shock) and an increased appraisal of historic buildings and local living qualities contradicted  
1255 with technocratic urban planning approaches of that time. In light of population forecasts that  
1256 prognosticated increasing inhabitant numbers, urban planners drew on ideas that were present  
1257 since the 1920s to develop a tangent square, i.e., four highways to direct motorized traffic  
1258 around the inner city by demolishing historic buildings and constructing express roads right  
1259 through the city (Strotmann 2018). To counteract these developments and to have a say in local  
1260 urban development, increasing numbers of young people entered the social-democratic party  
1261 – according to the claim of the first social-democratic chancellor Willy Brandt “to dare more  
1262 democracy” (1969). Change agent Olaf Dinné from the local branch ‘old town’ of the social  
1263 democratic party decisively organized protests (**B2**) by pursuing a double strategy: On the one  
1264 hand influencing urban development through political participation and democratic majority  
1265 decisions and on the other hand creating problem awareness among citizens (Syring 2016). As  
1266 the district where the express highways were meant to be built had not received any further  
1267 sanitation, the run-down buildings provided cheap housing for foreign ‘guest’ workers and  
1268 young people – who supported local resistance against the construction of the Mozarttrasse.  
1269 The actual and sudden success of the protests was the result of a lucky coincidence of several  
1270 situative triggering events: forecasts of significantly increasing population numbers were  
1271 corrected downwards and urban planning documents were leaked indicating ongoing plannings  
1272 undertaken without citizen participation and planning costs that were calculated too low. This  
1273 situational dynamic led to a disruptive abandonment of expressway construction plans  
1274 ‘overnight’ and a branching away from technocratic and car-centered transport planning  
1275 principles (Syring 2016). City planners abandoned considerations to develop a costly subway  
1276 and the tram system was kept and further developed by several construction senators of the  
1277 conservative party.

1278  
1279 Hereafter, Bremen implemented many innovations often before the legal basis for such  
1280 approaches was there, laying the ground for legal amendments in the national road traffic  
1281 regulations thereafter. This is particularly characteristic for branching phase **B3** (1970s till  
1282 1990s), in which Bremen advanced several cycling innovations: the implementation of  
1283 Germany's first cycling street 1978, the first cycling station led by the local cycling association  
1284 (ADFC) in 1981 and the first openings of one-way streets for cyclists 1993. These experimental  
1285 approaches were possible because five aspects came together: 1. Urban landscape: Innovations  
1286 built up on Bremen's experiment-friendly and self-organizing mindset. 2. Urban regime: There  
1287 was already a long-standing local cycling tradition deriving from a flat topography and harbor  
1288 workers cycling to work alongside river Weser. Since the end of the 19<sup>th</sup> century, i.e., very early,  
1289 Bremen has developed an extensive network of small cycling paths on sidewalks that is still  
1290 used today (although legally not legally to road traffic regulations) and helped sustain a local  
1291 cycling culture across time with high trip-based cycling shares. 3. The proximity of lower and  
1292 superior road authority in a city-state facilitated innovative approaches that did not have a legal  
1293 basis back then. 4. Agency: Local cycling activists organized their interests and activities to  
1294 improve local cycling conditions by founding the German Bicycle Club (ADFC) 1979 in Bremen.



1295 5. Agency: Change agent Klaus Hinte, working for Bremen's transport administration since 1964  
1296 and head of transport department 1985-2002 realized local cycling innovations.

1297  
1298 Scientific and societal knowledge about the relevance of sustainable development and climate  
1299 protection continued to rise, leading to the first government participation of the green party  
1300 1991-1995. State government reacted to increasing environmental attention by creating the  
1301 position of "Germany's first" (interview) state representative for sustainable mobility Michael  
1302 Glotz-Richter (**B4**) – at a time when the term "sustainability" was still very new and unknown  
1303 to large parts of society (interview). Facing limited finances, the newly created division lay a  
1304 focus on acquiring EU projects to implement innovative multi-topic mobility pilot projects,  
1305 which financed further staff positions (2019: five employees financed by EU projects) and  
1306 allowed to take a broader view on innovative international mobility approaches (interview) that  
1307 allowed for learning processes.

1308  
1309 State representative Glotz-Richter and his staff developed and pushed forward the concept of  
1310 "mobile.points/dots" since the year of 2000, i.e. the experimental provision of mobile stations  
1311 as a combination of public space for carsharing parking and bicycle stands with (mobile.points)  
1312 or without (mobile.dots) public transport stations (**B5**). The proximity of lower and superior  
1313 road authority in a city-state created favorable conditions for pioneering actions before  
1314 national road regulations were adapted to allow privileging car sharing parking in public space  
1315 in 2017. A triggering event accelerated the expansion in Bremen: The world expo chose the  
1316 "mobile.points/dots" for exhibition in Shanghai 2010, which was used by Glotz-Richter to gain  
1317 political support and the fast approval of a car sharing action plan (2009) that aimed at  
1318 increasing the number of car sharing users from around 5,000 (2008/2009) to (successfully  
1319 reached) 20,000 (2020), which was calculated to reduce 6.000 privately owned cars (City of  
1320 Bremen n.y.). The number of mobile.points/dots increased from three (2009) to 47 (2022). The  
1321 uptake was possible because the niche was well-prepared for upscaling ("readily available in  
1322 drawer") by a committed and strategically clever acting state representative for sustainable  
1323 mobility.

1324  
1325 Since 2007, the green party entered government coalitions with the social democratic party  
1326 (2007-2011-2015) and additionally with the left party (since 2019). Transport senators from the  
1327 green party have considerably influenced an environmentally-oriented development of urban  
1328 transport planning in these times (Reinhard Loske 2007-2011, Joachim Lohse 2011-2019, Maïke  
1329 Schaefer 2019-2023), particularly for cycling promotion (**B6**), e.g. by expanding the concept of  
1330 cycling roads, the invention and co-production of Germany's first 'bicycle zone' through a  
1331 strong commitment by ADFC that paved the way for legal amendments in national road  
1332 regulations, and the plan to construct three walking/cycling bridges over river Weser (**B6**).

1333  
1334 The branching towards considerably more considerations for sustainable mobility by Bremen's  
1335 first transport senator from the green party led to tensions among urban actors. To pacify  
1336 opposing positions and to create calmer waters for navigation, a strategically clever acting  
1337 senate for environment, construction and transport used the chance of the upcoming  
1338 development of a sustainable urban mobility plan (SUMP) to conduct a broad and extensive  
1339 stakeholder participation process (**B7**). The process took 2.5 years and included an advisory  
1340 board with members of all city council parties, advocacy groups of automobility (ADAC), cycling  
1341 (ADFC), environment (BUND) and business (IHK), three departments, the public transport  
1342 provider and an expert consortium of a planning office and a university, and additional public

1343 and regional consultations (Polzin 2017). The extensive participation made actors from contrary  
1344 positions getting to know each other and the other actor's positions. This led to a changed  
1345 discussion and interaction culture, the creation of trust and a shift from political polarization to  
1346 consensual professionalism (Polzin 2017: 187 f.; interviews). The prevailing narrative was to  
1347 develop "efficient" urban mobility (i.e. improvements for cycling that would also help tackle  
1348 road congestion) that all stakeholders could identify with. The resulting SUMP has a strong  
1349 focus on promoting environmentally friendly transport modes, targeting the reduction of the  
1350 trip-based modal share of car use from 40% to 36% (Bremen citizens), respectively from 48%  
1351 to 46% (all transport users) by 2025 according to scenario calculations (City of Bremen 2014:  
1352 120). The SUMP was decided unanimously by city council and received the European  
1353 Commission's SUMP award in 2014 for its co-operational approach with local stakeholders.

1354  
1355 The green party kept support by citizens and has stayed in a government coalition since 2007.  
1356 Whereas early endeavors by green transport senators focused on promoting cycling and not  
1357 continuing car-oriented measures, later endeavors started to address restrictive measures  
1358 against car use (**B8**): The SUMP was partly updated in 2022 in a participative process, aiming to  
1359 develop a car-free inner city by 2030 and a reorganization of parking in urban neighborhoods.

1360

## 1361 Karlsruhe

1362

1363 Compared to the vivid and rebellious character of Bremen, Karlsruhe has a rather tidy and well-  
1364 structured 'Eigenlogik' that derives from its origin as a relatively young planned residency city  
1365 (founded 1715). Although the settlement structures were meant to represent absolutism with  
1366 the castle positioned in the center of a radial street system, citizens were from the beginnings  
1367 granted far-reaching civil rights that were unprecedented for the times back then (e.g. civil  
1368 jurisdiction, rights to be heard and to propose) (Bräunche & Koch 2015). This attracted people  
1369 from all over Europe to move to Karlsruhe to build something new and bring in their ideas and  
1370 ideals, leading to a prospering community and an open and tolerant togetherness (former  
1371 mayor Mentrup in City of Karlsruhe 2016). Located in the region of Baden, Karlsruhe had one  
1372 of the most advanced and liberal regional constitutions of all 41 German Confederation states  
1373 enacted in 1818. Baden is also the region where early claims for a democratic republic had been  
1374 advocated most consistently, making Karlsruhe a central (but not driving) place of 1848/49  
1375 revolution (Bräunche 2015).

1376

1377 The self-designing urban development beginnings have coined a local understanding of  
1378 planning the city for the better, often in pronounced participatory planning approaches (e.g.  
1379 extensive participation process 2012-2015 for developing urban guiding principles on the  
1380 occasion of the city's 300<sup>th</sup> birthday in 2015). They may also be one reason why the city has  
1381 developed into a science and technology site, being the city where the first modern chemistry  
1382 congress was held (1860) and several renown technological institutions are situated today (e.g.,  
1383 Karlsruhe Institut of Technology (KIT), Centre for Art and Media (ZKM)). This has in turn also  
1384 influenced urban transport development, as the technological affine and 'train-loving'  
1385 Karlsruhers (interview) kept and renovated their run-down tram system (**K1**) instead of  
1386 abolishing it as many other German cities did in the times following World War II. They even  
1387 kept innovating and expanding the tram system (**K2**), leading to the invention and  
1388 implementation of the tram-train-system that made it possible to use the same tram vehicles  
1389 on the different technological systems of urban and regional trails from 1992 onwards  
1390 ("Karlsruher Modell", **K3**). This paved the way to comprehensively connect surrounding

1391 settlements and communities to the city by rail. This “Karlsruher Modell” was possible because  
1392 of the engagements of change agent Dieter Ludwig, managing director of Karlsruhe’s transport  
1393 companies from 1976 until his retirement in 2006. Ludwig is called ‘train visionary’ and ‘local  
1394 transport pope’ for his achievements. His visionary, professional, eloquent, persistent and  
1395 gripping character are seen as central factors for his success in the wider structural conditions  
1396 of a technologically and experimentally open-minded urban society. Innovations were possible  
1397 because he did not let himself being stopped by technical regulations which prohibited the  
1398 operation of trams on heavy rail tracks and claimed operation concession before it became  
1399 legal in the Federal railway reform in 1994. **K1-K3** had two structural impacts: they significantly  
1400 improved urban and regional transport infrastructures and led to a world-wide recognition of  
1401 Karlsruhe to be a city of sustainable mobility, which in turn coined the Karlsruher’s self-  
1402 perception to live in a city of ‘sustainable mobility’.

1403  
1404 This provided a solid basis for the accelerated promotion of cycling in **K4**, which was possible  
1405 due to a triggering event: Karlsruhe received a bad grading for its cycling conditions in a  
1406 Germany-wide evaluation by the national automobility association (ADAC) – a result that  
1407 contradicted with its self-perception of being a city of sustainable mobility. The window of  
1408 opportunity was used by engaged construction mayors from the liberal party at a time, when  
1409 cycling started to receive broader political attention (e.g., First National Cycling Plan 2002).  
1410 Although liberal politics are not commonly associated with engaged cycling promotion,  
1411 construction mayor Ullrich Eidenmüller’s passion for cycling (in office 1984-2008) and his  
1412 successor’s engagement for cycling (e.g., chairman of working group of cycling-friendly  
1413 communities in the state of Baden-Wuerttemberg; not a passionate cyclist himself but frequent  
1414 public transport user) managed to significantly enhance cycling conditions in Karlsruhe (**K4**).  
1415 Eidenmüller formed a broad actor coalition to conduct a bicycle policy audit (BYPAD), i.e., a  
1416 quality management method that integrates all actors to evaluate cycling policies and to  
1417 determine key activities. The BYPAD led to a an unanimously decided “20 points program” for  
1418 cycling promotion (City of Karlsruhe 2013). The program referred to the regional mentality of  
1419 Baden to “be not only good, but the best” (interview) and proclaimed a coherent target to  
1420 become southern Germany’s no. 1 cycling city. The program included a first modal shift target  
1421 to increase the trip-based modal share of cycling from 16% (2002) to 23% (2015). The target  
1422 could be surpassed considerably earlier in 2012 and was hence increased to reach a 30% cycling  
1423 share by 2020 (Karlsruhe 2013: 1). The developments were supported by the lucky coincidence  
1424 that several leading positions in city administrations changed, providing ‘fresh air’ and a  
1425 cooperative working spirit to bring forward city developments. Narratively, the program  
1426 referred to bicycle inventor Karl Drais, who was born in Karlsruhe 1785, and the aim that all  
1427 transport users, i.e., car drivers but also cyclists, should be considered equally in urban  
1428 transport planning.

1429  
1430 The well-established public transport system and increasing cycling infrastructures made  
1431 carsharing become an attractive and suitable mobility option for a local mobility without using  
1432 a privately owned car. Thus, the carsharing provider quite rapidly expanded its offer in  
1433 Karlsruhe without much support by the city (**K5**). Since the first evaluation by the German  
1434 Federal carsharing association in 2013, Karlsruhe is “Germany’s car sharing capital” with the  
1435 highest number of carsharing vehicles per inhabitants in a German city. Contrary to other cities  
1436 (e.g. Bremen), the city of Karlsruhe did not actively promote carsharing – and increases in the  
1437 provision of car sharing are merely the result of entrepreneurial decisions made by carsharing  
1438 provider ‘stadtmobil’ due to economic advantageousness.

1439

1440 The last two branchings are phases in which also restrictive measures against the car are  
1441 advanced, particularly the redistribution of road space from the car to environmentally friendly  
1442 transport modes. In **K6**, restrictive developments are pushed forward by Ulrich Wagner,  
1443 engaged head of the strategic transport planning administration and Johannes Schell, head of  
1444 cycling promotion. They reduced car lanes at intersections to improve cycling conditions and  
1445 pro-actively reacted to a request by the state transport minister from the green party to control  
1446 parking according to the existing law, i.e., to proceed against illegal parking on footpaths that  
1447 is still widely tolerated by municipalities. As an early frontrunner, the transport planning  
1448 administration conducted the project “fair parking” (2019) and reorganized local parking. Since  
1449 2019 illegal parking on sideways becomes sanctioned.

1450

1451 Transport measures in Karlsruhe were well accepted in Karlsruhe, as in 2019, the green party  
1452 became largest party in city parliament for the first time in 2019 (increase from 20% to 30%  
1453 voting shares). On the occasion of the recertification process as “cycling friendly municipality”  
1454 entitled by the federal state, the city of Karlsruhe conducted another BYPAD process to further  
1455 develop its “20 points program for cycling” (K4) into a program for “active mobility” to also  
1456 address walking (**K7**). Building up on its climate protection plan from 2020, the interim target  
1457 to reduce CO<sub>2</sub>-emissions by 58% and the aim to reach the 1.5 °C climate protection limit, the  
1458 program for “active mobility” proclaims the aim to become a “city of mobility transition”. To  
1459 this end, ambitious modal shift targets were developed in four workshops with city council  
1460 members, administration, advocacy groups and citizens to increase the trip-based share of  
1461 active mobility from 55% (2018) to 65% (2030) and 70% (2035) and the distance-based share  
1462 from 36% (“currently”) to 50% in 2030 and above 70% by 2050 (City of Karlsruhe 2021). The  
1463 program was decided by 38 from 41 city council votes and is implemented by also realizing  
1464 restrictive measures against car use. The comparatively high acceptance of restrictive measures  
1465 in Karlsruhe may also be influenced by a more thorough legal consciousness than in other  
1466 places: Karlsruhe has been a frontrunner in the rule of law since the 19th century (see text  
1467 about urban beginnings) and became home to the highest German legal institutions. The  
1468 Federal Constitutional Court, for example, has passed the judgement that the national climate  
1469 protection law needed to be substantiated for the time after 2030 to enable a transition to  
1470 climate neutrality that protects the freedom rights of future generations (BVerfG 2021).

1471

## 1472 Leipzig

1473

1474 Leipzig has a strong tradition as independent civil town, acting for its own good. Similar to  
1475 Bremen, Leipzig has a trade tradition that has led to early claims for urban independence. Being  
1476 located at the intersection of two medieval trade routes, Leipzig has hosted fairs of supra-  
1477 regional importance since the 15<sup>th</sup> century, leading to tolerance and openness for novelties.  
1478 Hosting fair exhibitions has led to a distinct walking and strolling tradition with a passage system  
1479 in the city center and the perception of the center as “living room”. Leipzig’s entrepreneurial  
1480 roots founded its tradition as civil town and no bishop or elector has ever resided in Leipzig.  
1481 Also, it coined a critical and open mindset, making Leipzig a cultural center and a historic center  
1482 of book printing and trading (Leipzig book fair), hosting one of Germany’s oldest universities  
1483 (founded 1409) and attracting intellectuals from all over Europe (e.g., Bach, Goethe, Schiller).

1484

1485 Leipzig’s mobility pathway is very much coined by the political landscape developments of  
1486 being part of socialist (and dictatorial) GDR and the processes of and after German reunion in

1487 1989/90. During GDR, financial shortages of GDR ‘conserved’ dense historic city structures and  
1488 tram system, with low car ownership and use and intense public transport use (**L1**). Based on  
1489 its past as cultural center and an enduring critical mindset, Leipzig became a center of GDR  
1490 environmental movement in the 1980s as a reaction to heavy environmental pollution through  
1491 local industry and lignite plants (**L2**). One of the first environmental groups was founded in  
1492 Leipzig 1981 under the umbrella of church, one of the two GDR environmental libraries opened  
1493 in Leipzig 1988 (together with East-Berlin in 1986) and environmental activists organized a first  
1494 environmental protest march to commemorate heavily polluted river Pleiße that runs right  
1495 through the city (Das Bundesarchiv n.y.). Shortly before German reunion, environmental  
1496 activism in Leipzig led to the very early foundation of a cycling working group for regular  
1497 exchange between city administration, politicians and cycling activists on invitation of the city  
1498 administration since 1989. Civil movement also called for democratic political participation,  
1499 leading to the peaceful Leipzig Monday protests and eventually to the breakdown of GDR and  
1500 German reunion in 1989/90. Right after the fall of the Berlin wall on 9<sup>th</sup> November 1989,  
1501 environmental activists organized themselves by founding the environmental association  
1502 ‘Ökolöwe’ (Ecolion) on 23<sup>rd</sup> November 1989 – a civil society actor that is still very active today  
1503 and considerably influences a sustainability-oriented urban transport developments in Leipzig.  
1504

1505 The prevailing critical urban mindset in Leipzig may also be one reason why particularly  
1506 critically-minded change agents came to Leipzig after German Reunion, who significantly  
1507 shaped a sustainability-oriented transport development after German reunion (**L3**). Hinrich  
1508 Lehmann-Grube (Social Democratic Party) became Leipzig’s first head mayor (1990-1998). He  
1509 and some of his staff came from Leipzig’s partnering ‘Western’ city Hannover with the aim to  
1510 preserve and shape the decrepit treasures of Leipzig (kreuzer online 2017). He took advantage  
1511 of the democratic beginnings, which were imprinted by participatory formats of round tables  
1512 and political habits not yet entrenched. This enabled more consensus-oriented than conflictual  
1513 decisions like in many ‘Western’ cities with their long-standing democratic systems. Lehmann-  
1514 Grube established the “Leipzig model” that aimed at a fact-based, party-trespassing  
1515 collaboration in city council, which also subsequent head mayor Wolfgang Tiefensee (in office  
1516 1998-2005) pursued. With this approach, faster and more consensual decisions could be taken  
1517 (Tiefensee according to Höck 2019). It was a formative phase for the political style that is still  
1518 perceivable in Leipzig today and that continues to enable more consensus-oriented mobility  
1519 politics. Lehmann-Grube made Niels Gormsen come to Leipzig to become construction mayor  
1520 (1990 until retirement 1995), i.a. to have somebody who was familiar with voracious capitalist  
1521 interests in site development and moderating them in the interest of urban society’s good.  
1522 Before, Gormsen had been construction mayor in Mannheim (1973-1988), where he acted  
1523 “with a green heart” according to the motto “improving living quality” and, for example,  
1524 planted more than 3,000 city trees (Kirsch-Mayer 2017). Independent and engaged Gormsen  
1525 made important decisions that influenced urban development until today. He wanted to keep  
1526 as many existing buildings as possible, promoted a car-free inner city, worked on strengthening  
1527 neighborhood centers, paid attention to connect construction areas to tram/trails and  
1528 counteracted commercial estates on the ‘green field’ (Gehrmann 1993). Gormsen was co-  
1529 signatory of the ‘Dessauer Erklärung’ from 1990 (BDA 1990) that outlines a democratic  
1530 construction culture of dialogue and cooperation and underlines the relevance of citizens to  
1531 bring in their knowledge to shape the city. Important strategic courses for the upcoming  
1532 decades of urban (re)development were set back then, e.g., through the first sustainability-  
1533 oriented transport guidelines (1992) and an early concept for a “car-reduced inner city” (1993),  
1534 which serve as sustaining basic strategic orientation, as they are still referred to today. In

1535 addition to these change agents, there were many actors who switched from (environmental)  
1536 citizen movements and former oppositions into newly created positions in politics and city  
1537 administration, influencing sustainability-oriented development in the democratic times  
1538 ahead.

1539  
1540 Another relevant change agent for the decades of urban (re)development was Karsten Gerkens,  
1541 head of urban renewal and housing office (in office 1991 until retirement 2005) **(L4)**. He made  
1542 urban (re)development a public matter and acquired larger amounts of public funds than other  
1543 East German cities did by co-productively including grassroot initiatives (e.g., through  
1544 neighborhood-owned funds for local projects). His approach provided the basis for  
1545 experimental learning and (basis) democratic processes, that in turn had a positive effect on  
1546 the development of traffic avoiding living conditions in urban neighborhoods.

1547  
1548 The decades of participative and experimental urban redevelopment provided Leipzig with an  
1549 image as ‘city of possibilities’ (Rometsch 2018). This image together with low rents made  
1550 increasing numbers of particularly young and creative people move to Leipzig in the 1990s –  
1551 with a turning point from rapidly decreasing inhabitant numbers to increasing inhabitant  
1552 numbers in 2001. The young people brought their rather sustainability-oriented mobility  
1553 preferences **(L5)**: Car use started to decrease and bicycle use increased noticeably, which  
1554 pushed political and administrative efforts to improve cycling conditions. Leipzig’s second  
1555 action plan for cycling was developed in a broad participation process using the BYPAD  
1556 procedure, leading to a cycling round table for discussing the strategic course among about 40  
1557 institutions. Since then, the round table is conducted once a year for strategic discussions.

1558  
1559 The application process (2001-2004) for becoming Olympic City 2012 was used to further  
1560 strengthen former efforts to develop and maintain dense and traffic-avoiding urban structures  
1561 **(L6)**. Through the application process, strategic directions were further explicated and  
1562 additional public funds were available to realize projects that were already planned earlier, i.e.,  
1563 to accelerate developments. During these times, the urban development plan “transport and  
1564 public spaces” (2003) was developed and approved by a large majority of city council. The plan  
1565 included a first modal shift target to reduce trip-based car use from 36% (1998) to 32% (2015).  
1566 L6 stands for the establishment of a narrative planning culture that talks of improving public  
1567 space qualities instead of directly talking of promoting ‘sustainable mobility’.

1568  
1569 In the 2010s, inhabitant numbers started to increase dynamically, providing Leipzig with names  
1570 like ‘boom town’, ‘Hypezig’ and ‘better Berlin’ **(L7+8)**. These developments called for further  
1571 determining strategic directions for future development, particularly against the background  
1572 of a strong opposing (economic) lobby that used population forecasts to forcefully advocate  
1573 considerably more car-oriented developments, e.g., the initiative “Mobility Leipzig 700plus”  
1574 (2017) claiming infrastructure extensions for cars (express ways) and the exclusion of cyclists  
1575 from main roads. A broad participation process for updating the development plan “transport  
1576 and public spaces (TPS)” led to a paradigm change from promoting all transport modes (TPS  
1577 2003) to promoting preliminarily sustainable transport modes (TPS 2015) **(L7)**. The  
1578 redevelopment of the boulevard-like main transport axis ‘Karli’ provided a concrete, shining  
1579 example for a sustainability-oriented redevelopment of road space, where a redistribution of  
1580 road space from cars to sustainable transport modes was realized (2014/2015). On the occasion  
1581 of updating the public transport plan, city council requested city administration to develop  
1582 contrasting mobility scenarios in order to be able to make more trendsetting instead of minor

1583 decisions about future transport development. Daniel van der Heide (green party) cooperated  
1584 with Sven Morlok (liberal party) to gain political support for the most sustainability-oriented  
1585 transport scenario (interview), which was then unanimously approved by city council for future  
1586 development.

1587  
1588 In a parallel branching (L8), an engaged cycling association and an engaged transport  
1589 administration both worked on extending the local narrative of what constitutes the ‘inner city’,  
1590 for which car-reducing measures have long been more accepted than for the ‘outer city’ (e.g.,  
1591 1993 concept “car reduced inner-city”, L3). So far, a circular main road of up to seven parallel  
1592 car lanes built on the grounds of the former city fortification (‘Promenadenring’) has been  
1593 perceived to demark the inner-city. Cycling was forbidden on Promenadenring. Although the  
1594 local cycling association ADFC has claimed to make cycling possible since 2010 (ADFC 2010),  
1595 legal action by a private person supported by ADFC was needed to get a court decision in 2018  
1596 that allowed cycling on Promenadenring. Only hereafter, the City of Leipzig marked clearly  
1597 visible cycling paths on Promenadenring. In order to extend the notion of the inner-city and to  
1598 increase options for realizing sustainable transport solutions beyond Promenadenring, the City  
1599 of Leipzig developed the concept of ‘Leipzig growing beyond the ring’ (2018-2022), drawing on  
1600 pressures from increasing inhabitant numbers and climate mitigation obligations. The concept  
1601 is developed by using European Regional Development Funds in a project with international  
1602 partnering cities that employs a broad participatory approach.

1603  
1604 In L9, the senior citizen advisory council with support of sustainable mobility associations  
1605 advocated for increased walking promotion to catch up to an increased cycling promotion.  
1606 Building up on the fruitful experiences of cycling round tables (L5), a round table on walking  
1607 was established in 2015, that led to the claim for and the employment of Germany’s first city  
1608 representative for walking in 2018. This development has been facilitated by a distinct walking  
1609 tradition in Leipzig that derives from its roots as a fair town with roofed walking passages in the  
1610 city center and a local perception of the inner-city as ‘living room’ (interview Leipzig).

1611

## 1612 References of supplemental material

1613

1614 BDA – Bund Deutscher Architekten (1990): Dessauer Erklärung – Auf dem Wege zu einer  
1615 demokratischen Baukultur. Bauhauskonferenz Dessau, 24. Juni 1990.  
1616 [http://www.dnk.de/uploads/media/198\\_1990\\_BDA\\_DessauerErklaerung.pdf](http://www.dnk.de/uploads/media/198_1990_BDA_DessauerErklaerung.pdf)

1617 Bräunche, E. O. (2015). Revolution 1848/49. City encyclopedia of Karlsruhe.  
1618 <https://stadtlexikon.karlsruhe.de/index.php/De:Lexikon:ereig-0225> Bruno et al.  
1619 2021

1620 Bräunche, E. O.; Koch, M. (2015): Karlsruher Stadtgeschichte. [accessed July 2022]

1621 BVerfG – Bundesverfassungsgericht (2021). Leitsätze zum Beschluss des Ersten Senats vom 24.  
1622 März 2021.  
1623 [https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Entscheidungen/DE/2021/03/rs20210324\\_1bvr265618.html](https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Entscheidungen/DE/2021/03/rs20210324_1bvr265618.html)

1624  
1625 City of Bremen (n.y.). 20,000 people in Bremen are using car sharing: 6,000 cars replaced –  
1626 Goals of the Carsharing Action Plan Achieved. [https://share-](https://share-north.eu/2021/05/mission-accomplished-20000-people-in-bremen-are-using-car-sharing-over-6000-cars-replaced-goals-of-the-carsharing-action-plan-achieved/)  
1627 [north.eu/2021/05/mission-accomplished-20000-people-in-bremen-are-using-car-](https://share-north.eu/2021/05/mission-accomplished-20000-people-in-bremen-are-using-car-sharing-over-6000-cars-replaced-goals-of-the-carsharing-action-plan-achieved/)  
1628 [sharing-over-6000-cars-replaced-goals-of-the-carsharing-action-plan-achieved/](https://share-north.eu/2021/05/mission-accomplished-20000-people-in-bremen-are-using-car-sharing-over-6000-cars-replaced-goals-of-the-carsharing-action-plan-achieved/)

- 1629 City of Bremen (2014). Sustainable Urban Mobility Plan Bremen 2025. Der Senator für Umwelt,  
1630 Bau und Verkehr. [https://bau.bremen.de/mobilitaet/verkehrsentwicklungsplan-  
1631 5586](https://bau.bremen.de/mobilitaet/verkehrsentwicklungsplan-5586)
- 1632 City of Karlsruhe (2013). Radverkehr 20-Punkte-Programm. City of Karlsruhe: Urban planning  
1633 authority. <https://docplayer.org/195034-Radverkehr-20-punkte-programm.html>
- 1634 City of Karlsruhe (2016). Internationalisierungsstrategie der Stadt Karlsruhe. 4th Edition,  
1635 Karlsruhe.
- 1636 City of Karlsruhe (2021). Karlsruher Programm für Aktive Mobilität. Karlsruhe
- 1637 Das Bundesarchiv (n.y.). Wie die Stasi die Leipziger Umweltbewegung überwachte. Der Pleiße-  
1638 Gedenkmarsch vom 5. Juni 1988 [How Stasi controlled Leipzig's environmental  
1639 movement. Pleiße commemoration march of 5th June 1988]. [https://www.stasi-  
1640 unterlagen-archiv.de/informationen-zur-stasi/themen/beitrag/der-pleisse-  
1641 gedenkmarsch-vom-5-juni-1988-und-die-reaktion-der-staatssicherheit/](https://www.stasi-unterlagen-archiv.de/informationen-zur-stasi/themen/beitrag/der-pleisse-gedenkmarsch-vom-5-juni-1988-und-die-reaktion-der-staatssicherheit/)
- 1642 Gehrman, W. (1993). Stadt ohne Plan. Die Zeit 04/1993.
- 1643 kreuzer online (2017). "Ich habe den Garten freigelegt." [https://kreuzer-  
1644 leipzig.de/2017/08/07/ich-habe-den-garten-freigelegt](https://kreuzer-leipzig.de/2017/08/07/ich-habe-den-garten-freigelegt)