

Die Mobilitätswende

Über das ungenutzte Potenzial der
Verkehrsverlagerung und -vermeidung

Impuls auf Basis eines Promotionsprojektes von Marlin Arnz

Marlin Arnz (2024)

Die Mobilitätswende.

Über das ungenutzte Potenzial der Verkehrsverlagerung und -vermeidung. Impuls auf Basis eines Promotionsprojektes von Marlin Arnz.

Worum es geht:

Das Potenzial der Mobilitätswende wird derzeit noch nicht ausreichend genutzt. Maßnahmen, die auf Verlagerung und Vermeidung von Personenverkehr abzielen, werden in der deutschen Verkehrswendepolitik derzeit untergeordnet behandelt oder vergessen. Dabei unterstützen sie nicht nur die schnelle Dekarbonisierung des Verkehrs, sondern bringen Lebensqualität für alle. Dafür braucht es ganzheitliche Lösungen.

Die Ergebnisse der Dissertation von Marlin Arnz können hier als Zielvision dienen. Sie bieten außerdem eine Sammlung an konkreten Handlungsempfehlungen, die zur Erreichung dieser systemischen Transformation nötig sind.

Eine umfassende Mobilitätswende...

1. kann den Endenergiebedarf des Personenverkehrs um mindestens zwei Drittel reduzieren;
2. kann die Hälfte des Autoverkehrs auf öffentliche und aktive Verkehrsmittel verlagern;
3. braucht einen ausgewogenen Mix aus push- und pull-Maßnahmen;
4. ist von Politikmaßnahmen geprägt, aber von gesellschaftlichem Wandel zu Postmaterialismus getragen;
5. führt zu mehr Lebensqualität für alle, was im Mittelpunkt stehen sollte.

Impressum

Marlin Arnz (2024): Die Mobilitätswende. Über das ungenutzte Potenzial der Verkehrsverlagerung und -vermeidung. Impuls auf Basis eines Promotionsprojektes von Marlin Arnz.

Veröffentlicht im März 2024 und erstellt im Rahmen der Forschung am EnergieSystemWende-Graduiertenkolleg der Reiner Lemoine Stiftung

RLS-Graduiertenkolleg
c/o Reiner Lemoine Institut gGmbH
Rudower Chaussee 12 | 12489 Berlin
Tel.: +49 30 1208 434 90

<https://www.reiner-lemoine-stiftung.de/kolleg>



Über Marlin Arnz: Der Verkehrs- und Energieökonom Marlin Arnz hat seine Dissertation in den Bereichen Transportmodellierung und Energieökonomie am Lehrstuhl für Wirtschafts- und Infrastrukturpolitik der Technischen Universität Berlin bei Prof. Christian von Hirschhausen mit der Bewertung summa cum laude abgeschlossen. Von 2020 bis 2024 wurde er im Graduiertenkolleg EnergieSystemWende der Reiner Lemoine Stiftung gefördert.

Seine Doktorarbeit umfasste die Entwicklung von quetzal germany, dem ersten open source Transportmodell auf nationaler Ebene¹. Die interdisziplinäre Entwicklung von Suffizienzscenarien und deren Simulation zeigt zum ersten Mal in disaggregierter und fundierter Form das maximale Potenzial von Suffizienz im Personenverkehr auf². Diese Szenarien und deren Kopplung mit einem Energiesystemmodell versprechen große Energiebedarfs- und Kostenreduktionspotenziale, sowie fairen Zugang zu Mobilität für alle³.

Vor seiner Doktorarbeit hat Marlin Arnz Wirtschaftsingenieurwesen an der Technischen Universität Berlin studiert. Seine Masterarbeit hat er am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt über die techno-ökonomische Bewertung eines Hochgeschwindigkeits-Güterzugsystems geschrieben⁴, was mit dem VDB Clean Mobility Award ausgezeichnet wurde.

Über das RLS-Graduiertenkolleg: Die Reiner Lemoine Stiftung (RLS) hat seit ihrer Gründung im Jahr 2006 rund 100 Promovierende im Bereich Erneuerbare Energien gefördert. Im Januar 2020 hat das RLS-Graduiertenkolleg seine Arbeit aufgenommen. Das Team forscht praxis- und anwendungsorientiert in enger Kooperation mit dem Reiner Lemoine Institut und den betreuenden Lehrstühlen an Fragestellungen der EnergieSystemWende. Ziel des Kollegs ist es, systemische Hemmnisse der Energiewende besser zu verstehen und zielgerichtete Lösungen zu entwickeln, um ein Energiesystem mit 100 % Erneuerbaren Energien zeitnah möglich zu machen.

¹ Marlin Arnz, „The demand-side mitigation gap in German passenger transport“, *European Transport Research Review* 14, Nr. 1 (September 2022), <https://doi.org/10.1186/s12544-022-00568-9>.

² M Arnz und A Krumm, „Sufficiency in passenger transport and its potential for lowering energy demand“, *Environmental Research Letters* 18, Nr. 9 (1. September 2023): 094008, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acea98>.

³ Marlin Arnz u. a., „Avoid, Shift or Improve Passenger Transport? Impacts on the Energy System“, preprint (SSRN, 2023), <https://doi.org/10.2139/ssrn.4624735>.

⁴ Mathias Boehm, Marlin Arnz, und Joachim Winter, „The potential of high-speed rail freight in Europe: how is a modal shift from road to rail possible for low-density high value cargo?“, *European Transport Research Review* 13, Nr. 1 (Januar 2021), <https://doi.org/10.1186/s12544-020-00453-3>.

Inhalt

1. Warum eine Mobilitätswende?	6
a) Verkehrsthemen bewegen Politik und Gesellschaft	6
b) Ohne Mobilitätswende keine Verkehrswende	6
c) Der Verkehrssektor ist nicht auf Klimakurs	8
2. Die Potenziale der Mobilitätswende	10
a) 133 Treiber für eine ganzheitliche Mobilitätswende	11
b) Drei Stellschrauben prägen das Verkehrssystem	14
c) Wichtige Entwicklungen für die Transformation	15
d) Die Verkehrswende als Verteilungsfrage.....	15
3. Die Transformation kommt nicht von selbst	17

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Die vier Säulen der Verkehrswende. Unnötiger Verkehr wird möglichst vermieden, der restliche Verkehr möglichst auf umweltfreundliche Verkehrsmittel (ÖV und Fahrrad) verlagert, die Antriebstechnologien aller Fahrzeuge werden möglichst effizient gemacht (vor allem batterieelektrisch) und alle Treibstoffe, inklusive des Stroms, kommen aus erneuerbaren Quellen (Energiewende)..... 7
- Abbildung 2: Schwerpunktthemen der Verkehrspolitik aus Sicht eines Experten: Die deutsche Verkehrspolitik setzt derzeit Prioritäten auf die Antriebs- und Kraftstoffwende. Empfehlenswert wäre hingegen ein ausgewogener Mix an Schwerpunkten, der alle Potenziale berücksichtigt. 7
- Abbildung 3: Emissionspfad des deutschen Verkehrssektors, gesetzlich vorgeschriebene Emissionsreduktionsziele und die prognostizierte Entwicklung gemäß aktueller Verkehrs- und Energiepolitik. 8
- Abbildung 4: Die Treibhausgasemissionen des deutschen Personenverkehrs im Jahr 2035 mit 15 Millionen Elektrofahrzeugen und 100% erneuerbarem Strom. Das technologische Emissionsminderungspotenzial ist groß, wird aber durch den Trend zu mehr Verkehr gemäßigt und reicht nicht zur Erreichung der Pariser Klimaziele aus. 9
- Abbildung 5: Das Konzept der Doughnut-Ökonomie beschreibt den „sicheren und gerechten Raum für die Menschheit“ zwischen der Erfüllung von Grundbedürfnissen für alle (soziales Fundament) und dem nicht-Übertreten der neun planetaren Grenzen..... 11
- Abbildung 6: Treiber der Transformation für eine ganzheitliche Mobilitätswende (zusammengefasst und gegliedert)..... 13
- Abbildung 7: Ergebnisse des Verkehrswendeszenarios im Vergleich zur Referenz-Entwicklung. Die Anzahl der Wege in verschiedenen Distanzklassen kann deutlich sinken und deren Verteilung auf öffentliche Verkehrsmittel und das Fahrrad kann deutlich steigen..... 14
- Abbildung 8: Kosten des Mobilitätswende-Szenarios und des Antriebswende-Szenarios verglichen mit der Referenzentwicklung. Links sind Infrastrukturkosten aus verschiedenen Bereichen abgebildet, rechts die Kosten des privaten Fuhrparks, welche die Infrastrukturkosten weit übersteigen..... 16

1. Warum eine Mobilitätswende?

a) Verkehrsthemen bewegen Politik und Gesellschaft

Elektromobilität, Lastenfahrrad, E-Fuels, Verspätungen bei der Bahn, SUV, Tempolimit... Wie bei kaum einem anderen Thema prallen im Bereich der Mobilität die **persönliche Betroffenheit und die politischen Handlungsnotwendigkeiten** aufeinander. Und das in einer Zeit multipler technischer, gesellschaftlicher und klimatischer Umbrüche.

In der Verkehrspolitik geht es um fundamentale Weichenstellungen und Investitionen in die Infrastruktur der Zukunft. Brauchen wir mehr Straßen oder bessere Bahngleise? Welche Leitplanken helfen der Industrie auf dem Weg in eine nachhaltige Mobilität? Wird das marode Schienennetz bald saniert? Wie gelingt der Hochlauf der Elekt-

romobilität und was wird aus dem Deutschlandticket? All das sind Fragen von hoher politischer Priorität.

Zugleich betrifft uns das Thema emotional. Täglich treffen wir Entscheidungen bei der Wahl des Verkehrsmittels, der Wegeziele und ob wir überhaupt das Haus verlassen. Wir teilen den engen Stadtraum mit verschiedener Verkehrsinfrastruktur und debattieren über Autoabhängigkeit oder die Freiheit und den Komfort der individuellen Mobilität.

Mit anderen Worten: **Die Transformation Verkehrsbereich bewegt uns Menschen in Deutschland.** Aber woraus besteht sie genau und wie kann sie gelingen?

b) Ohne Mobilitätswende keine Verkehrswende

Die Verkehrswende beruht auf vier Säulen (Abbildung 1). Jeder dieser Aspekte hilft dabei, den CO₂-Fußabdruck und Energiebedarf des Verkehrs zu senken. Wesentliche Elemente sind die Vermeidung unnötigen Verkehrs durch geeignete Raumplanung, zielorientierte Stadt-Land-Politik und Digitalisierung; die Verlagerung möglichst vielen Verkehrs auf umweltfreundliche öffentliche Verkehrsmittel und das Fahrrad; der Wechsel auf energieeffiziente Antriebssysteme, wo batterieelektrische Fahrzeuge am besten abschneiden; und die Bereitstellung aller Treibstoffe (auch des Stroms) aus erneuerbaren Quellen, was die gesamte Energiewende mit einbezieht.

Die Ampel-Regierung setzt derzeit starke Ziele und Maßnahmen im Energiewendebe-

reich um und zeigt auch Ambitionen im Verkehrssektor. Neben dem Deutschlandticket liegt das Hauptaugenmerk jedoch auf dem Ausbau der Elektroauto-Ladeinfrastruktur und der Förderung von Elektrofahrzeugen. Wie die vorhergehende Regierung setzt sie also einen **Fokus auf die „Energiewende im Verkehr“** (Abbildung 2).

Hingegen fehlt es an Maßnahmen in der Mobilitätswende. Besonders schlecht schneidet die Verkehrsvermeidung ab, von der momentan wenig zu hören ist. Die Verkehrsverlagerung ist in der öffentlichen Debatte und dem politischen Maßnahmenkatalog zwar in den letzten Jahren präsent geworden, muss aber nach jahrzehntelangem Verzug mehr Fahrt aufnehmen. **Es braucht eine ausgewogenere Verkehrspolitik, um aktuelle Herausforderungen zu meistern.**

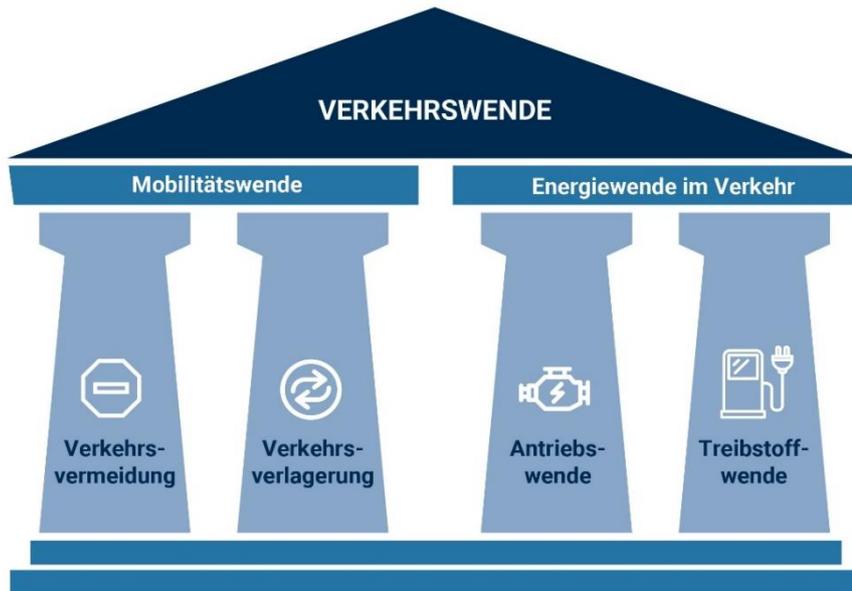
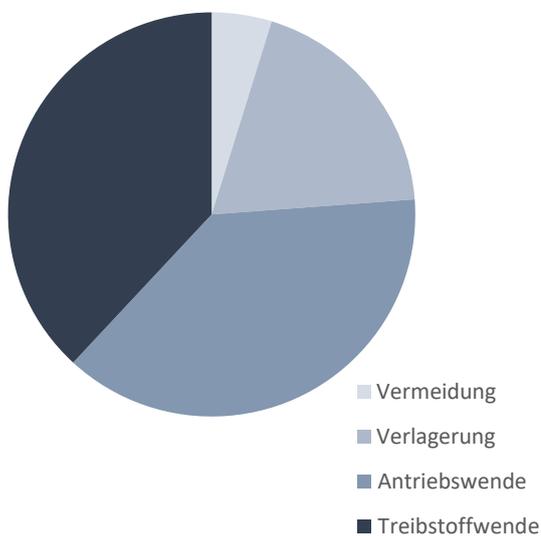


Abbildung 1: Die vier Säulen der Verkehrswende. Unnötiger Verkehr wird möglichst vermieden, der restliche Verkehr möglichst auf umweltfreundliche Verkehrsmittel (ÖV und Fahrrad) verlagert, die Antriebstechnologien aller Fahrzeuge werden möglichst effizient gemacht (vor allem batterieelektrisch) und alle Treibstoffe, inklusive des Stroms, kommen aus erneuerbaren Quellen (Energiewende). Bildquelle⁵.

Schwerpunktt Themen derzeitiger Verkehrspolitik



Ideale Verkehrspolitik

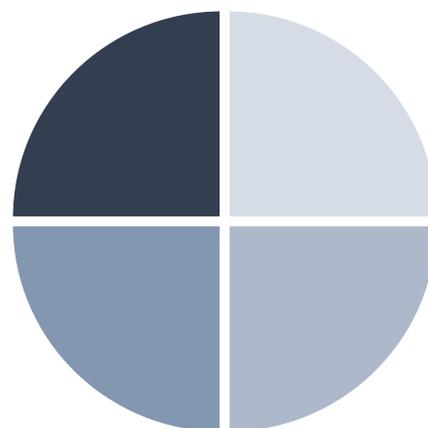


Abbildung 2: Schwerpunktthemen der Verkehrspolitik aus Sicht eines Experten: Die deutsche Verkehrspolitik setzt derzeit Prioritäten auf die Energiewende im Verkehr. Empfehlenswert wäre hingegen ein ausgewogener Mix an Schwerpunkten, der alle Potenziale berücksichtigt (eigene Darstellung)

⁵ Reiner Lemoine Stiftung, „Weichenstellungen ins Erneuerbare Energie-system. Impulspapier zur EnergieSystemWende im Wahljahr 2021“ (Berlin, 2020), https://www.reiner-lemoine-stiftung.de/pdf/RLS_Impulspapier_Weichenstellungen_Ern_Energiesystem_Nov%202020_V2.pdf.

c) Der Verkehrssektor ist nicht auf Klimakurs

Die gesamtdeutschen Treibhausgasemissionen sind seit 1990 stark gesunken, **allerdings gab es im Verkehrssektor bisher kaum eine Verbesserung**. Der Anteil an den Gesamtemissionen ist seit 1990 von etwa 13 % auf 19 % im Jahr 2022 gestiegen⁶. Und auch in absoluten Zahlen gibt es seit 1990 keine nennenswerten Reduktionen, abgesehen von den Effekten der Corona-Pandemie. So verfehlt der deutsche Verkehrssektor

seine jährlich festgeschriebenen Emissionsreduktionsziele (Abbildung 3), auch wenn diese erst kürzlich auf Druck des Verkehrsministers wieder abgeschafft wurden.

Auch in den langfristigen Zielen des Bundes-Klimaschutzgesetzes ist der Verkehrssektor nicht auf Kurs, wie der Projektionsbericht auf Basis der aktuell beschlossenen Klimaschutzgesetze deutlich macht⁷.

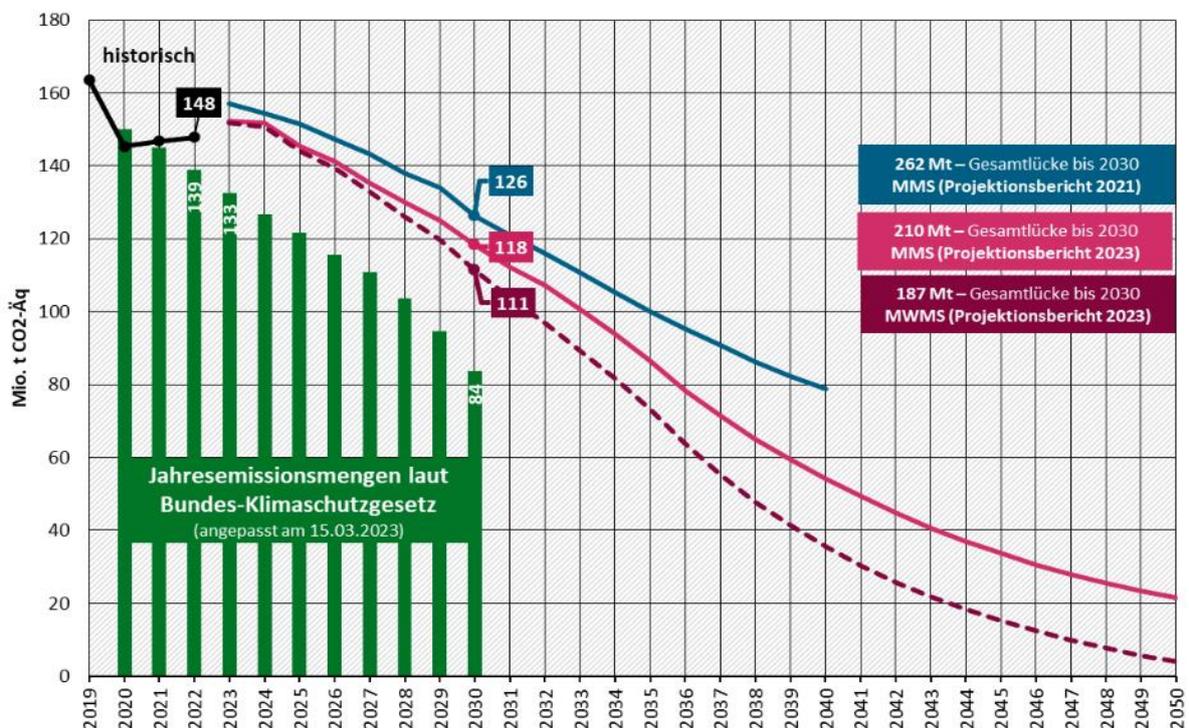


Abbildung 3: Emissionspfad des deutschen Verkehrssektors, gesetzlich vorgeschriebene Emissionsreduktionsziele und die prognostizierte Entwicklung gemäß aktueller Verkehrs- und Energiepolitik. Bildquelle⁸.

Es braucht also mehr Ambition in der Klimapolitik des Verkehrs. Das gilt besonders im Personenverkehr, für den es nicht einmal offizielle Emissionsdaten gibt. Eine wichtige Erkenntnis dabei ist: Der bisherige

Ansatz, der sich hauptsächlich auf technologische Innovationen und Anreize konzentriert hat, reicht nicht aus, um die erforderlichen Emissionsminderungen zu erreichen.

⁶ BMU, „Klimaschutz in Zahlen“ (Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2022).

⁷ UBA, „Projektionsbericht 2023 für Deutschland“, Climate Change | 39/2023 (Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2023).

⁸ UBA.

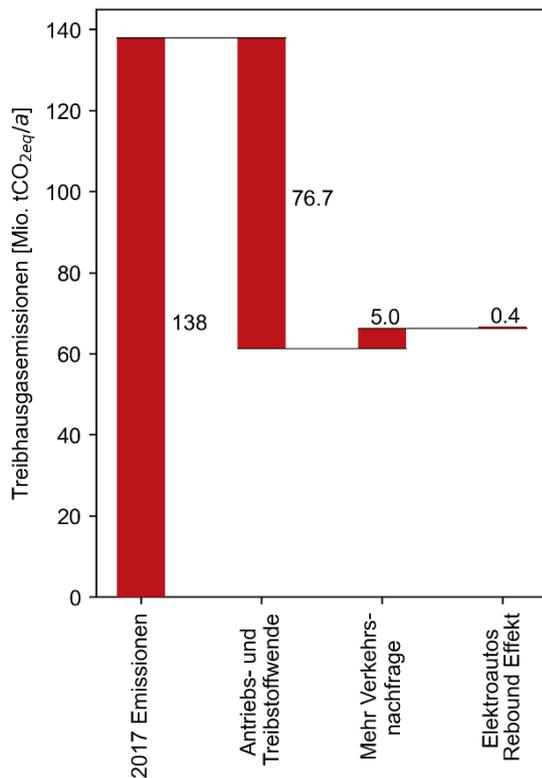


Abbildung 4: Die Treibhausgasemissionen des deutschen Personenverkehrs im Jahr 2035 mit 15 Millionen Elektrofahrzeugen und 100 % erneuerbarem Strom. Das technologische Emissionsminderungspotenzial ist groß, wird aber durch den Trend zu mehr Verkehr gemäßig und reicht nicht zur Erreichung der Pariser Klimaziele aus. Quelle: Eigene Berechnungen mit dem Verkehrsmodell *quetzal_germany*⁹.

Abbildung 4 zeigt die Emissionen des deutschen Personenverkehrs im Jahr 2035, wenn die derzeitige Verkehrspolitik beibehalten wird und rund 15 Millionen Elektrofahrzeuge auf den Straßen sind, deren gesamter Strom aus erneuerbaren Quellen stammt. Diese Annahme ist eine mächtige Herausforderung für die Energiewende und die Anzahl der Elektrofahrzeuge kratzt am **Limit der weltweiten Produktionskapazitäten** für den deutschen Elektroautomarkt¹⁰. Außerdem

ist wahrscheinlich, dass die günstigeren Betriebskosten von batterieelektrischen Fahrzeugen zu höheren Fahrleistungen führen – ein sogenannter **Rebound Effekt**.

Noch schlechter für die Emissionsbilanz des Personenverkehrs ist der **historische Trend zu mehr Verkehr**, der aus wachsendem Haushaltseinkommen resultiert und nur durch geeignete Verkehrspolitik gebrochen werden kann. Ein solches Technologieszenario würde den gesetzlich festgelegten Emissionsminderungen entsprechen, die aktuelle Verkehrspolitik steuert aber nicht darauf zu. Und gemäß des 1,5°-Ziels des Pariser Klimaabkommens, oder auch nur einem 1,75°-Ziel, müssten die Emissionen bis zum Jahr 2035 bei null liegen¹¹.

Es bedarf daher einer umfassenderen Strategie, die nicht nur auf die Förderung von Elektroautos abzielt, sondern auch auf eine Verlagerung und Vermeidung von Personenverkehr setzt.

Zugleich zeigt der **Personenverkehr die größten sozialen Ungleichheiten aller Sektoren**, weshalb es auch eine ambitionierte Sozialpolitik braucht. Sozial benachteiligte Bevölkerungsgruppen sind oft stärker von Umweltbelastungen, Verkehrsinfrastrukturdefiziten und hohen Mobilitätskosten betroffen¹².

Eine erfolgreiche Verkehrswende muss daher auch sozial gerecht sein und sicherstellen, dass die Vorteile einer nachhaltigen Mobilität allen Bevölkerungsgruppen zugutekommen. Verkehrsverlagerung und Verkehrsvermeidung können hier helfen.

⁹ Marlin Arnz, „The demand-side mitigation gap in German passenger transport“, *European Transport Research Review* 14, Nr. 1 (September 2022), <https://doi.org/10.1186/s12544-022-00568-9>.

¹⁰ Alexander Windt und Oliver Arnhold, „Ladeinfrastruktur nach 2025/2030: Szenarien für den Markthochlauf“ (Nationale Leistelle Ladeinfrastruktur, 2020).

¹¹ SRU, „Wie viel CO₂ darf Deutschland maximal noch ausstoßen? Fragen und Antworten zum CO₂-Budget“ (Berlin: Sachverständigenrat für Umweltfragen, 2022), https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2020_2024/2022_06_fragen_und_antworten_zum_co2_budget.html.

¹² Giulio Mattioli, Karen Lucas, und Greg Marsden, „Transport Poverty and Fuel Poverty in the UK: From Analogy to Comparison“, *Transport Policy* 59 (Oktober 2017): 93–105, <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.07.007>.

2. Die Potenziale der Mobilitätswende

Um das Potenzial von Verkehrsverlagerung und -vermeidung für Deutschland zu untersuchen und zu quantifizieren, ist es sinnvoll, über die Simulation einzelner Maßnahmen hinaus zu gehen und ganzheitliche Narrative für eine nachhaltige Zukunft zu betrachten. Diese stehen mit Suffizienz in Verbindung.

Suffizienz ist neben Effizienz und Konsistenz eine der drei Nachhaltigkeitskategorien. Sie wird in der deutschen Debatte oft mit „Verzicht“ in Verbindung gebracht, was aber keine zutreffende Beschreibung ist. In der französischen Dekarbonisierungs-Debatte, in der Suffizienz schon viel länger eine Rolle spielt, wird sie dagegen positiv als „Sobriété“ aufgefasst, was den Überkonsum reicher Bevölkerungsgruppen kritisiert und für „Nüchternheit“ plädiert.

In der Ökonomie des einundzwanzigsten Jahrhunderts wird Suffizienz oft mit nachhaltigen Konsumkorridoren und der **„Doughnut-Ökonomie“** in Verbindung gebracht¹³ (Abbildung 5). Sie beschreibt eine Zielvision für menschliches Wirtschaften innerhalb zwei Rahmenbedingungen: Alle Menschen haben

ihre Grundbedürfnisse, wie Zugang zu frischem Wasser, gesundheitlicher Versorgung, Arbeit und Ähnlichem, erfüllt; und die Planetaren Grenzen werden nicht überschritten.

Derzeit erfüllt kein Land der Welt diese Zielvision, und auch in Deutschland sind sowohl die planetaren Grenzen überschritten als auch die Erfüllung der Grundbedürfnisse für manche Bevölkerungsgruppen nicht gewährleistet¹⁴. Es besteht also immenser Handlungsbedarf – besonders im Verkehr.

Im Falle des Personenverkehrs bedeutet Suffizienz: **„So viel Verkehr wie nötig, aber für niemanden zu wenig Mobilität“**. Das Ziel ist ein Mobilitätssystem, das einerseits allen denselben Zugang zu Mobilität für die Erfüllung ihrer Bedürfnisse bietet, und zugleich den Verkehr – und damit seinen Energieverbrauch, seine Emissionen, Unfälle, Lärm, etc. – durch geschicktes Systemdesign möglichst geringhält. Durch die Verknüpfung mit dem Konzept der Suffizienz können konsistente und umfassende Szenarien analysiert werden.

¹³ Laura Spengler, „Two types of `enough`: sufficiency as minimum and maximum“, *Environmental Politics* 25, Nr. 5 (März 2016): 921–40, <https://doi.org/10.1080/09644016.2016.1164355>.

¹⁴ Andrew L. Fanning u. a., „The Social Shortfall and Ecological Overshoot of Nations“, *Nature Sustainability* 5, Nr. 1 (18. November 2021): 26–36, <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00799-z>.

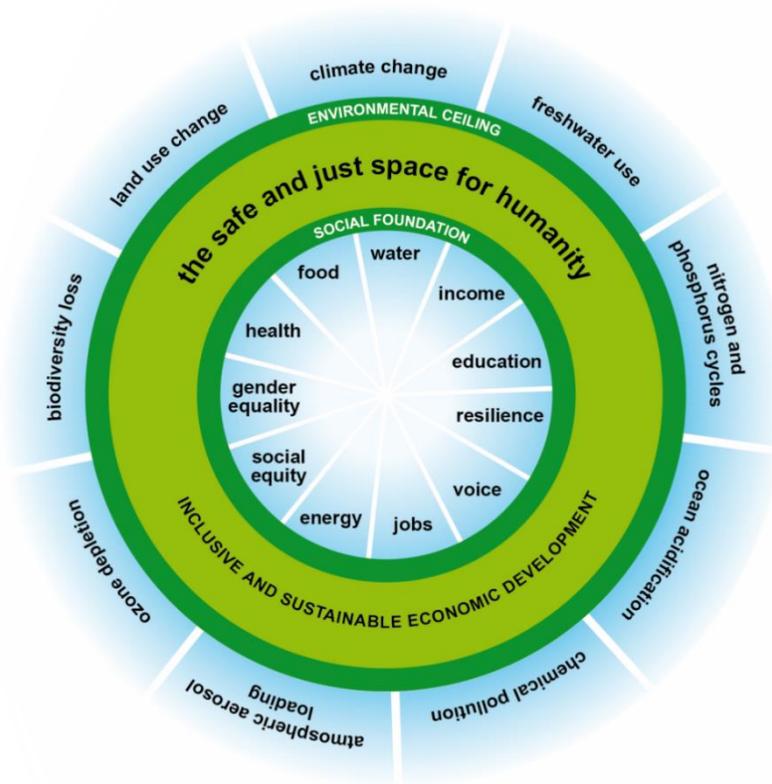


Abbildung 5: Das Konzept der Doughnut-Ökonomie beschreibt den „sicheren und gerechten Raum für die Menschheit“ zwischen der Erfüllung von Grundbedürfnissen für alle (soziales Fundament) und dem nicht-Übertreten der neun planetaren Grenzen. Bildquelle¹⁵.

a) 133 Treiber für eine ganzheitliche Mobilitätswende

Eine Transformation zu einem Suffizienz-orientierten Mobilitätssystem funktioniert dabei nicht als einheitliche Veränderung oder mittels eines universellen politischen Instruments. Sie ist ein **Zusammenspiel vieler, im Grunde realistischer Treiber des Wandels**, welche alle Aspekte des Lebens betreffen.

In einem interdisziplinären Workshop mit fünfzehn Expert*innen der nachhaltigen Mobilität wurde dazu eine **Sammlung von 133 politischen, gesellschaftlichen, infrastrukturellen und weiteren Treibern** für Verkehrsverlagerung und -vermeidung zusammengestellt. Sie decken verschiedenste Perspektiven der Mobilitätswende ab und reichen von Infrastrukturmaßnahmen, wie

Fahrrad-Schnellstraßen oder Angebot des öffentlichen Verkehrs, über regulatorische Mittel, wie autofreie Innenstädte oder einem Verbot von Autowerbung, bis hin zum Wandel von Mentalitäten, beispielsweise in der Wertschätzung von Natur oder dem Stellenwert von materiellem Reichtum. Auch neue Aktivitäten kommerzieller Akteure oder Industrien und Veränderungen im ökonomischen System spielen eine Rolle. Treiber der „Energiewende im Verkehr“ wurden dabei ausgeblendet, da hierzu bereits viel qualitativ hochwertige Forschung existiert.

Eine gegliederte Zusammenfassung der Transformationstreiber ist in Abbildung 6

¹⁵ Kate Raworth, *A Safe and Just Space for Humanity: Can we live within the doughnut?* (Oxford, UK: Oxfam, 2012).

dargestellt und im Zusatzmaterial der wissenschaftlichen Publikation¹⁶ in Gänze einsehbar. Die Sammlung, ihre Gliederung, ihre Bewertung und ihre grobe Kostenschätzung kann auch für zukünftige Mobilitätswendeprojekte relevant sein. Die wichtigsten politischen Maßnahmen sind auch Teil der Suffizienzpolitik-Datenbank¹⁷, welche die Energiesuffizienz-Forschungsgruppe an der Europa-Universität Flensburg aufgebaut hat.

Aus diesen Transformationstreibern können unter Verwendung üblicher Methoden der

Transformationswissenschaften **drei Narrative hergeleitet werden, welche mögliche Suffizienz-Zukünfte beschreiben.** Für das erste Narrativ werden nur Treiber mit Vermeidungseffekt verwendet, für das zweite nur Treiber mit Verlagerungseffekt und für das dritte alle Treiber zusammen. Besonders aufschlussreich sind die Transformationsdynamiken, welche darstellen, wie die Zukünfte erreicht werden können. Die Narrative sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

	Vermeidung	Verlagerung	Vermeidung+Verlagerung
Ergebnis	Hohe Verfügbarkeit von Gütern, Annehmlichkeiten, Dienstleistungen, sozialen Aktivitäten im lokalen Umfeld (auch in ländlichen Gebieten); Digitalisierung von Arbeitsverhältnissen und fernen sozialen Kontakten; keine Vorort-Einfamilienhaussiedlungen	Minimale Autoabhängigkeit; effizienter, attraktiver, gut angeschlossener öffentlicher Verkehr (ÖV); sichere und schnelle Fahrradinfrastruktur; gesteigerte öffentliche Gesundheit	Hauptaspekte neben den links beschriebenen: Integrierte Verkehrs- und Raumplanung mit neuen Prinzipien: Erreichbarkeit, Gleichberechtigung, Gesundheit; Materialismus als anti-Statussymbol
Transformationsdynamik	Nischenentwicklungen in Digitalisierung reduzieren den Bedarf an Verkehr; lokale Wirtschaftsstrukturen und „Shared Economies“ reduzieren materiellen Bedarf; großer Druck auf den Wachstumsimperativ durch Klimawandel; der Sozialstaat erstarkt	Starke Nischenentwicklungen in ÖV-Angeboten steigern Verfügbarkeit und Attraktivität; starke Förderung des ÖV; Bewusstseinsänderungen hin zu Attraktivität des Fahrrads	In Zusammenspiel mit links beschriebenen Dynamiken: Starke anti-Materialismus- und Klimagerechtigkeits-Bewegung übt Druck auf das Automobil-orientierte System aus; Verdrängung von alten Lobbyeinflüssen
Klassifizierung Treiber (%-Angaben bzgl. Anzahl)	Moderate politische Intervention (56 %) und starker kultureller Wandel mit gleichen Teilen an Einstellungswandel und veränderten Firmenaktivitäten (~20 %)	Größtenteils durch politische Interventionen getrieben (73 %), ergänzt durch Firmenaktivitäten (17 %) und weniger Einstellungswandel (7 %)	60 % politische Intervention, 21 % Einstellungswandel, 14 % veränderte Firmenaktivitäten und 5 % Veränderung der individuellen Konsummuster

Tabelle 1: Zusammenfassung der Narrative: Das Ergebnis, die Transformationsdynamiken und die Klassifizierung der nötigen Treiber.

¹⁶ M Arnz und A Krumm, „Sufficiency in passenger transport and its potential for lowering energy demand“, *Environmental Research Letters* 18, Nr. 9 (1. September 2023): 094008, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acea98>.

¹⁷ Carina Zell-Ziegler u. a., „Energiesuffizienz-Politikdatenbank“, o. J., <https://energysufficiency.de/policy-database/>.

Politische Treiber

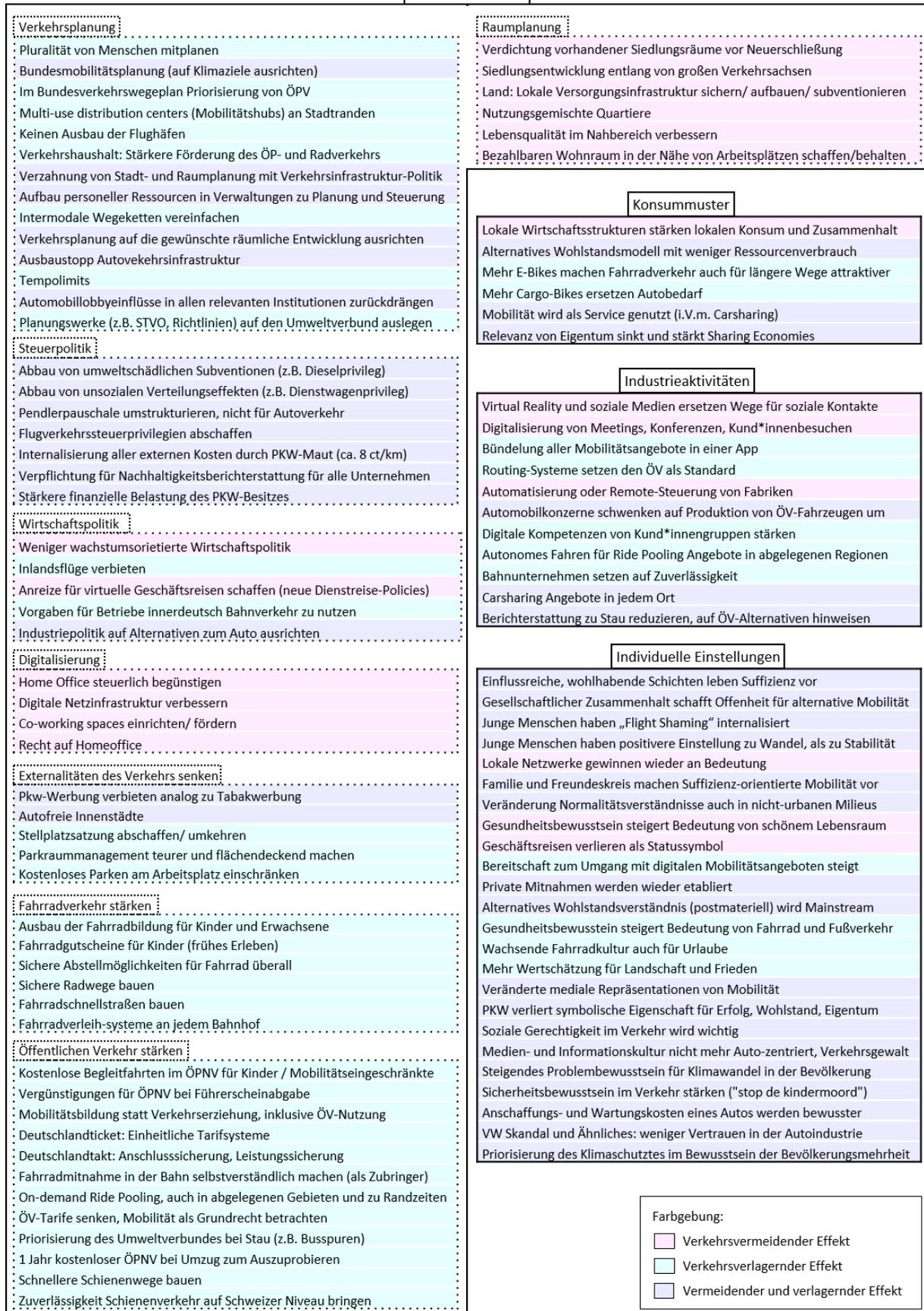


Abbildung 6: Treiber der Transformation für eine ganzheitliche Mobilitätswende (zusammengefasst und gegliedert).

b) Drei Stellschrauben prägen das Verkehrssystem

Die Verkehrsforschung kennt **drei große Stellschrauben, nach denen sich der Umwelteinfluss und Energiebedarf des Verkehrssystems bestimmt**. Ausgangspunkt sind millionenfache individuelle Entscheidungen, die letztlich das gesamte System prägen. Die drei Kernfragen aus einer individuellen Perspektive lauten:

1. Wie viele Wege lege ich zurück?
2. Welche Distanzen lege ich zurück?
3. Welche Verkehrsmittel wähle ich dafür?

Basierend auf diesen Entscheidungen setzt sich eine gesamte Effektkette zusammen, die sich untereinander bedingt. Der endgültige Verkehr ergibt sich **aus der Anzahl der Wege, multipliziert mit deren Distanzen aufgeteilt auf verschiedene Verkehrsmittel** (Auto, Fahrrad, Bus, Bahn, Fuß, etc.; auch Verkehrsmodus genannt).

Erst dann kommen die anderen Elemente der Verkehrswende, welche die heutige Debatte dominieren: Antriebstechnologien der Fahrzeuge, ihre Emissionen und ihr Energieverbrauch. Die Intensität des Verkehrs kann also auch unabhängig von dem Technologiemix beschrieben werden, wie in *Abbildung 7* gezeigt.

Je nachdem, wie Frage eins und zwei beantwortet werden, können sich erhebliche Veränderungen ergeben. **Die Treiber zur Verkehrsvermeidung können so fast die Hälfte des heutigen Verkehrs unnötig machen**, besonders auf längeren Distanzen, die besonders energie- und emissionsintensiv sind. Gleichzeitig können die Treiber zur Verkehrsverlagerung mehr als die Hälfte des Verkehrs auf den Öffentlichen Verkehr und das Fahrrad verlagern, auch auf den langen Wegen.

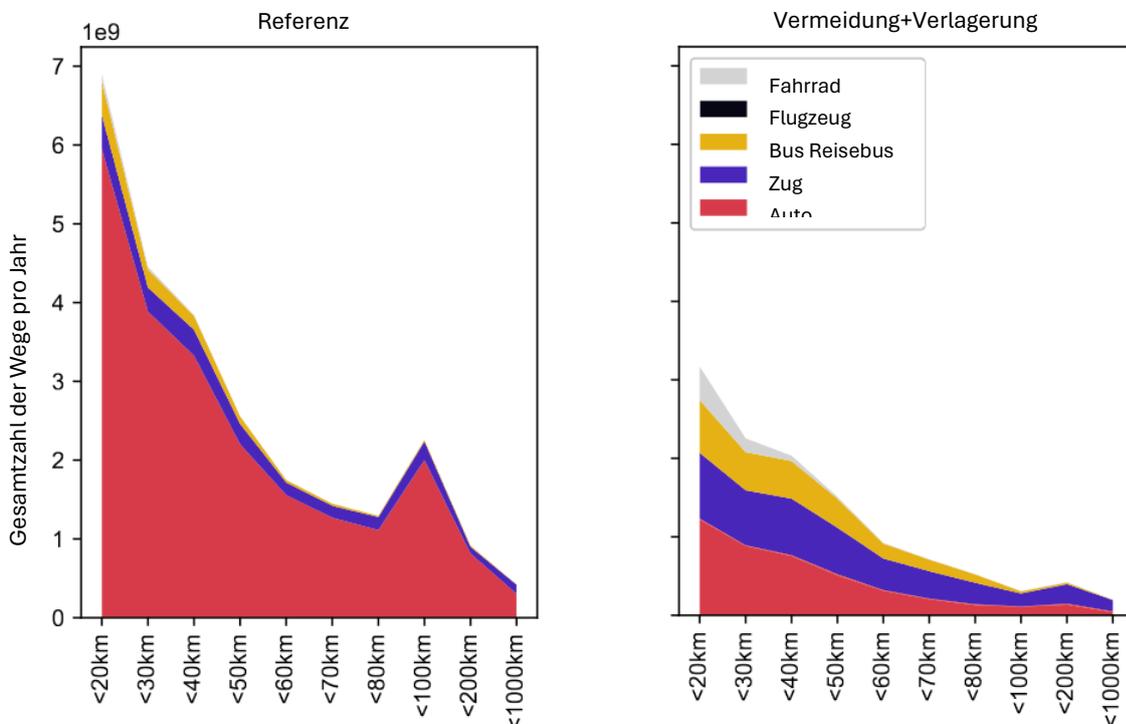


Abbildung 7: Ergebnisse des Mobilitätswendeszenarios im Vergleich zur Referenz-Entwicklung. Die Anzahl der Wege in verschiedenen Distanzklassen kann deutlich sinken und deren Verteilung auf öffentliche Verkehrsmittel und das Fahrrad kann deutlich steigen.

c) Wichtige Entwicklungen für die Transformation

Die dargestellten Effekte sind das Ergebnis vieler parallel stattfindender Prozesse, welche alle Ebenen der deutschen Gesellschaft betreffen. Sie entfalten ihr volles Potenzial nur im Zusammenspiel. Beispielsweise sind große Mobilitätszentren an Stadträndern wirkungslos, wenn Innenstädte weiterhin für Autos gut erreichbar sind. Dennoch sind die folgenden Aspekte besonders erwähnenswert:

1. Die neue **verdichtete und sozial resiliente Gebäudeinfrastruktur**, lokale Wirtschaftssysteme mit lokaler Wertschöpfung und eine soziale Re-Lokalisierung und **Wertschätzung des nahen Wohnumfelds** prägen eine neue Mobilitätskultur, welche lange Wege unattraktiv macht.
2. Zudem führt der **Trend „von Besitz zu Verfügbarkeit“** zu einer Abkehr von Statussymbolen wie dem Einfamilienhaus oder dem Auto. Dies wird ermöglicht durch neue Mitfahrkonzepte und ein äußerst attraktives, flächendeckendes on-demand Ride Pooling System, welches die unkomplizierte Buchung von Shuttles ermöglicht, die Tür-zu-Tür- oder Tür-zu-Bahnhof-Wege effizient abdecken.

3. Durch **das attraktive und günstige ÖV-Angebot und eine sichere und schnelle Fahrradinfrastruktur** wird die Autoabhängigkeit auch in ländlichen Regionen auf das absolute Minimum reduziert. So wird allen ein gerechter Zugang zu Bildung, zum Arbeitsmarkt und zu sozialen Interaktionen gewährleistet.

Begleitet werden diese Entwicklungen von politischen Maßnahmen, welche das **Auto unattraktiv machen**. Wegen der schädlichen Effekte auf die Gesellschaft und Umwelt wird Autowerbung verboten (analog zu Tabakwerbung), Innenstädte werden generell autofrei, Geschwindigkeitsbegrenzungen werden verschärft oder eingeführt und der **Einfluss der Automobillobby sukzessive zurückgedrängt**. Dabei hilft eine ÖV-orientierte Industriepolitik und eine Wohlstands- statt Wachstums-orientierte Wirtschaftspolitik.

Die hier genannten Entwicklungen sind nur Beispiele der für den Wandel verantwortlichen Treiber. Die Narrative aus den in Abbildung 6 zusammengefassten Treibern und deren detaillierte Wirkungsbeschreibung sind in der wissenschaftlichen Publikation zu finden¹⁸.

d) Die Verkehrswende als Verteilungsfrage

Die Transformation im Verkehrsbereich bedeutet auch, dass die Gesellschaft als Ganzes in den Umbau investieren muss. Dabei gibt es Unterschiede zwischen zwei Strategien: der Mobilitätswende und der Energiewende im Verkehr (siehe Abbildung

- 1). Je nach gewählter Verkehrswendestrategie ergeben sich unterschiedliche Investitionsdynamiken¹⁹.

¹⁸ Arnz und Krumm, „Sufficiency in passenger transport and its potential for lowering energy demand“.

¹⁹ Marlin Arnz u. a., „Avoid, Shift or Improve Passenger Transport? Impacts on the Energy System“, *Energy Strategy Reviews* 52 (März 2024): 101302, <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101302>.

Beide Strategien können bis zu 22 % des Energiebedarfs eines zu 100 % mit erneuerbaren Energien betriebenen deutschen Energiesystems einsparen. Das entspricht jedem vierten Windrad und jeder vierten Solarzelle. Das Kostenreduktionspotenzial für die Energiewende ist damit ähnlich hoch.

Die **Antriebswende-Strategie** legt die Verantwortung der Transformation in die individuellen Entscheidungen beim Autokauf. Hier muss lediglich in die Ladeinfrastruktur und zugehörige Netzinfrastruktur investiert werden, während Haushalte mit Auto(s) für den Wandel sorgen.

Im Gegensatz dazu kommen bei der **Mobilitätswende-Strategie** zusätzliche Kosten für Verkehrs- und Gebäudeinfrastruktur auf die öffentliche Hand zu. Dadurch steigen die Gesamtkosten etwas über den Referenzfall. Andererseits werden enorme Kosten von privaten Haushalten gespart, da sie zum Teil nicht mehr auf eigene Autos angewiesen sind. Diese Kosten sind nicht direkt mit Infrastrukturkosten vergleichbar, aber die Ausgaben für den privaten Fuhrpark können sich halbieren (Abbildung 8).

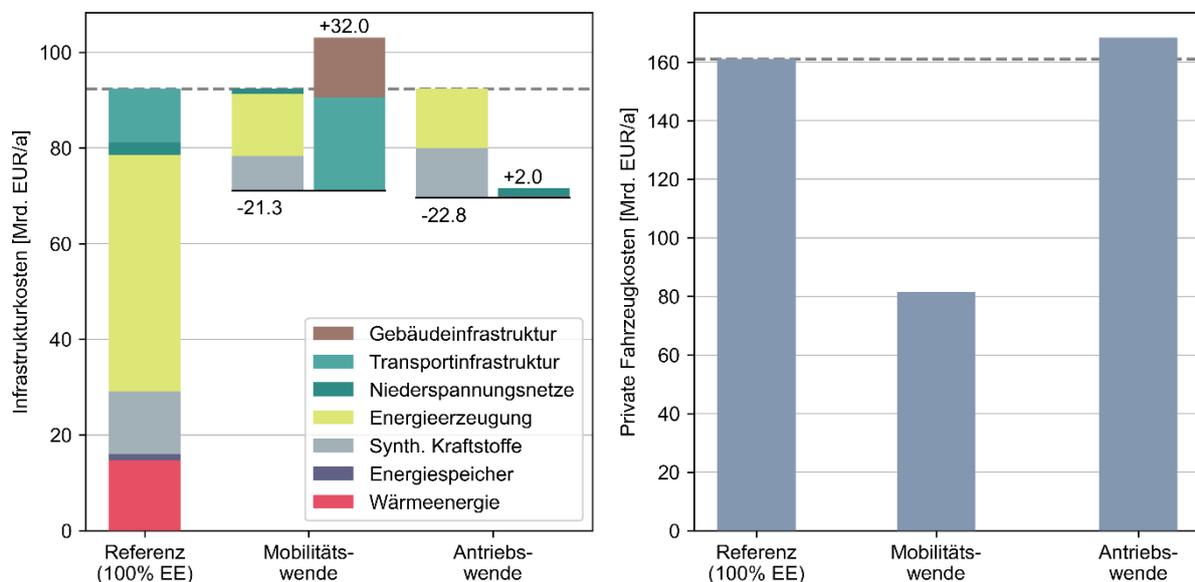


Abbildung 8: Kosten des Mobilitätswende-Szenarios und des Antriebswende-Szenarios verglichen mit der Referenzentwicklung. Links sind Infrastrukturkosten aus verschiedenen Bereichen abgebildet, rechts die Kosten des privaten Fuhrparks, welche die Infrastrukturkosten weit übersteigen.

Die Verteilung der Kosten zwischen öffentlicher Hand und Privaten ist also eine Verteilungsfrage. Und hier kommt der sozialpolitische Aspekt ins Spiel. **Die Mobilitätswende kann ein gerechtes Verkehrssystem schaffen**, in dem alle denselben Zugang zu hochkarätiger Infrastruktur haben und die Gesamtkosten niedriger sind als im heutigen System, nur gerechter verteilt.

Zudem punktet ein solches Verkehrssystem mit Lebensqualität. Aktive Mobilität mit dem Fahrrad oder zu Fuß unterstützt die allgemeine Gesundheit, während alle täglichen Ziele in angenehmer Lauf- oder Rad-Reichweite liegen. Für weitere Strecken kann man sich einen Tür-zu-Tür Shuttle bestellen, der eng mit einem zuverlässigen und effizienten Hochgeschwindigkeits-Schieneverkehr vernetzt ist.

Agglomerationsräume werden zur Stärkung sozialen Austauschs und resilientem Zusammenleben ausgelegt, während der Lärm, der Feinstaub und das Unfallrisiko von

Autos aus den Innenstädten verbannt wird und der öffentliche Straßenraum zur Nutzung aller zur Verfügung steht.

3. Die Transformation kommt nicht von selbst

Die Verkehrswende ist nötig. Und sie ist möglich. Zwar können Szenarien, wie sie hier zugrunde gelegt werden, nichts über ihre Eintrittswahrscheinlichkeit aussagen, aber sie zeigen, dass diese Zukünfte möglich sind, denn jeder einzelne Treiber ist früher oder später realistisch.

Zentral ist dabei die Erkenntnis, dass es nicht ausreichen wird, nur auf neue Antriebe und Kraftstoffe, also auf die „Energiewende im Verkehr“, zu setzen. **Es gilt vielmehr, das ungenutzte Potenzial der Verkehrsverlagerung und -vermeidung besser zu nutzen.** Es braucht dafür die langfristige Verzahnung von Raum- und Verkehrsplanung und die Abkehr von heutigen Statussymbolen wie dem Auto und dem Einfamilienhaus.

Diese Vorstellung ist für manche Menschen mit großer Angst verbunden, was sich auch in der Parteienpolitik widerspiegelt: die (rechts-)konservativen Parteien erstarken und blockieren eine solche Transformation aktiv. Die AfD klagt gegen jede einzelne autofreie Straße in Berlin und die Union verhindert im Bundesrat die Befähigung der Kommunen für eigenständige Mobilitätswendepolitik.

Hier ist die Zivilbevölkerung – wir alle – gefragt. **Wir müssen ein Zeichen setzen, dass wir diese Transformation wollen und ihre Vorteile betonen.**

Mobilitätswende wird lokal gemacht, denn es müssen auch die Zweifler mitgenommen werden. Und das ist einfacher als gedacht, denn es geht um alltägliche Fragen, die uns

alle betreffen. Wie viel Prozent deines Monateinkommens geht für dein Auto drauf? Wie viel Angst hast du, mit dem Fahrrad ins nächste Dorf zu fahren? Wie viel Gartenzaunkrieg hast du mit deinen Einfamilienhaus-Nachbarn? Hättet ihr nicht auch lieber mehr Platz auf der städtischen Straße? Würdet ihr gerne wieder mehr Vögel in den Städten zwitschern hören? Würdet ihr nicht auch lieber gemeinschaftlich in einem stabilen sozialen Umfeld wohnen?

Die Initiative Einzelner kann den Diskurs stark verändern – und das braucht es. Denn es gibt keine mächtige Lobby, die hier unterstützen wird. **Die Mobilitätswende muss die Menschen und ihr Glück wieder in den Fokus der Verkehrspolitik rücken.**

Momentan geht es hauptsächlich um das Auto oder den Verzicht darauf, aber das ist der falsche Ansatz. Das Auto ist in Deutschland zu emotional besetzt, als dass man eine solche Debatte gewinnen könnte. Ohne dass die mächtige Automobillobby auch nur eine Zahlung veranlassen muss, sind unsere heutigen Institutionen **durchdrängt vom Auto-Narrativ.** Es findet sich allerorts: Verkehrsplanung ist Straßenplanung, Parkplätze haben politischen Wert und die Verkehrswissenschaft beschäftigt sich momentan vornehmlich mit autonomen Autos. Auch das zentrale Instrument zur Verkehrsinfrastrukturplanung, der Bundesverkehrswegeplan, ist politisch, wie auch methodisch auf die

Förderung des Autoverkehrs ausgelegt²⁰.

Erst wenn der Diskurs verschoben wird, können sich die Strukturen verändern.

Diese Trends können nur durch Initiative von unten gebrochen werden. Denn die Transformation ist komplex und langfristig, aber sie braucht an jeder Stelle einen Anstoß. In den meisten kleinen bis großen Städten gibt es bereits Initiativen, die durch autofreie Zonen

die Innenstadt wieder lebenswert machen möchten – und es funktioniert. Im ländlichen Raum gibt es vielerorts Initiativen für Fahrradinfrastruktur und in Großstädten gibt es einen bunten Strauß an Interessensvertretung. Und selbst wenn es sie mancherorts noch nicht gibt, entstehen sie schnell durch Gespräche. **Es ist ein langer Weg, aber er lohnt sich.**

²⁰ Marlin Arnz, „Wer Straßen säht, wird Verkehr ernten – Politische Trickereien im Bundesverkehrswegeplan“, *Erneuerbare Energien*, 23. November 2021, online Auflage, <https://www.erneuerbareenergien.de/energiemarkt/energierecht/bundesverkehrswegeplanung-wer-strassen-saeht-wird-verkehr-ernten-politische>.