

Beschäftigungseffekte nachhaltiger Mobilität

**Eine systemische Analyse der Perspektiven
in Deutschland bis 2035**

AP1: Leitbild nachhaltige Mobilität:
Szenarien Multi-Modalität-2035 und E-Straße-
2035

ARBEITSPAPIER

Karlsruhe, 11.10.2017

M-Five GmbH
Mobility, Futures, Innovation, Economics
Bahnhofstr. 46, 76137 Karlsruhe

Dr. Wolfgang Schade
Wissenschaftliche Leitung
Tel: +49 721 82481890
wolfgang.schade@m-five.de
www.m-five.de

Bearbeiter und Autoren des Arbeitspapiers:

M-Five GmbH Mobility, Futures, Innovation, Economics.
Karlsruhe:

Dr. Wolfgang Schade

M.Sc. Simon Mader

M.A. Udo Wagner

Fraunhofer Institut für System- und Innovationsfor-
schung (ISI). Karlsruhe:

Dr. Claus Doll

Dipl. Phys. Luisa Sievers

Vorgeschlagene Zitierweise:

Schade W., Doll C., Mader S., Sievers L., Wagner U.
(2017): *Beschäftigungseffekte nachhaltiger Mobilität -
Leitbild nachhaltige Mobilität: Szenarien Multi-Modalität-
2035 und E-Straße-2035*. Arbeitspapier im Auftrag der
Hans-Böckler-Stiftung, Karlsruhe.

Bearbeitungsversionen:

24. Januar 2017: vollständige Fassung

27. März 2017: Integration der Kommentare des Beirates

11. Oktober: 2017: inhaltliche Fertigstellung

August 2018: Redaktion

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	7
1 Einleitung und Leitbild.....	8
2 Projektablauf und Szenariengestaltung.....	11
3 Begriffe und Indikatoren nachhaltiger Mobilität.....	13
3.1 Begriffsabgrenzung Mobilität und Nachhaltigkeit.....	13
3.2 Indikatoren nachhaltiger Mobilität.....	17
4 Wichtige Trends für Mobilität und Beschäftigung	20
4.1 Demographische und gesellschaftliche Trends in Deutschland.....	20
4.2 Städtebauliche Trends und Leitbilder.....	22
4.3 Pkw-Produktion und Mobilitätsnachfrage	24
4.4 Digitalisierung und neue Mobilitätskonzepte	26
4.5 Berücksichtigung der Trends in den Szenarien	28
5 Szenario <i>Multi-Modalität-2035</i>	29
6 Szenario <i>E-Straße-2035</i>	39
7 Internationale Entwicklungen in den Szenarien.....	43
8 Eckwerte der Szenarien im Vergleich	45
9 Anhang	46
9.1 Nachhaltigkeitsindikatoren aus Verkehrsperspektive	46
9.2 Nachhaltigkeitsindikatoren aus sozialer und ökonomischer Perspektive.....	50
10 Referenzen	53

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Vier Dimensionen nachhaltiger Mobilität.....	9
Abbildung 2:	Projektlogik und Projektablauf	12
Abbildung 3:	Entkopplung von Wirtschaft, Verkehr und Umweltwirkungen	16
Abbildung 4:	Bevölkerung nach Altersgruppen.....	21
Abbildung 5:	Globale Produktion und Absatz deutscher Automobilhersteller.....	24
Abbildung 6:	Vernetzung der Mobilitätsbausteine via Smartphone	28
Abbildung 7:	Entwicklungen im Schienenverkehr: Automatisierung und Zugkontrolle	32
Abbildung 8:	Bahnaffine Siedlungs- und Raumplanung.....	35
Abbildung 9:	Entwicklungen im Schienenverkehr: innovative Dienstleistungen	35
Abbildung 10:	Modal-Split im Referenzszenario - Ausgangspunkt.....	45
Abbildung 11:	Modal-Split in den Szenarien ES-35 (links) und MM-35 (rechts)	45

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Leitwerte, Anforderungen und zentrale Handlungsfelder laut UBA.....	15
Tabelle 2:	Handlungsfelder und Indikatoren der Nachhaltigkeitsstrategie mit Verkehrs- und Umweltbezug	18
Tabelle 3:	Indikatoren zur Bewertung der finanziellen Nachhaltigkeit im Verkehr	19
Tabelle 4:	Übersicht der Rahmenbedingungen in den einzelnen Ländern	25
Tabelle 5:	Auswirkungen des Verkehrs laut Litman	46
Tabelle 6:	Ebenen der Auswirkungen laut Litman.....	47
Tabelle 7:	Empfohlene Zusammenstellungen von Indikatoren laut Litman	48
Tabelle 8:	Indikatoren zur Messung der gesellschaftlichen Wohlfahrt.....	50
Tabelle 9:	Indikatoren zur Messung der Entkopplung	51
Tabelle 10:	Potentielle Indikatoren im Handlungsfeld Unfälle	52

Verzeichnis der Abkürzungen

ACE	Auto Club Europa
ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club
AP	Arbeitspaket
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
CER	Gemeinschaft der Europäischen Bahnen
CO ₂	Kohlendioxid - Treibhausgas
ES-35	E-Straße-2035 Szenario
Kfz	Kraftfahrzeug
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
LOHAS	Nachhaltiger Lebensstil - lifestyle of health and sustainability
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MM-35	Multi-Modalität-2035 Szenario
NO _x	Stickoxide
OEM	Automobilhersteller – Original Equipment Manufacturer
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
Pkm	Personenkilometer – 1 Person bewegt über 1 km
Pkw	Personenkraftwagen
REF-2015	Status-quo der Mobilität in D in 2015 - Referenzszenario
Tkm	Tonnenkilometer - 1 Tonne Güter bewegt über 1 km
THG	Treibhausgas bzw. Treibhausgasemission
UBA	Umweltbundesamt
UIC	Internationaler Eisenbahnverband
UNO	Vereinte Nationen
VCD	Verkehrsclub Deutschland
VDV	Verband deutscher Verkehrsunternehmen

Zusammenfassung

Ziel des Vorhabens ist die Analyse der Beschäftigungseffekte nachhaltiger Mobilität in Deutschland bis 2035. Kern des Vorhabens ist dabei die Quantifizierung der Beschäftigungseffekte und zwar in disaggregierter Form, d.h. (1) in regionaler Auflösung, (2) nach Wirtschaftszweigen (sektoral) und (3) zugeordnet zu verschiedenen Verkehrsträgern sowie verbundenen Industrien, wie der IT-Branche.

Nachhaltige Mobilität ist ein politisches Ziel, welches von den meisten gesellschaftlichen Gruppen unterstützt wird. Bei der Frage, wie nachhaltige Mobilität tatsächlich auszugestaltet ist, gehen die Ansichten allerdings auseinander. Hinzu kommt: der Mobilitätssektor, bestehend aus Produktion und Verkehrsdienstleistungen, gehört in Deutschland zu den Sektoren mit der größten Beschäftigungswirkung.

Studien und Szenarien zur Zukunft der Mobilität gehen einhellig von einer **Transformation der Mobilität** in den nächsten beiden Dekaden aus. Das Verkehrssystem, wie wir es heute kennen, wird sich deutlich wandeln. Treiber liegen sowohl in der Politik als auch der Technologie und dem Wandel des Verhaltens begründet. Die Politik hat ambitionierte Ziele für den Klimaschutz in Deutschland und Europa gesetzt. Diese können nur erreicht werden, wenn der Verkehrssektor sich verändert, weniger Energie verbraucht und sich von der Nutzung fossiler Energieträger verabschiedet. Deswegen findet das Ziel einer geänderten Modalwahl hin zu umweltfreundlichen Verkehrsträgern, wie der Bahn und dem ÖPNV, ebenso politische Unterstützung wie die Marktdiffusion der Elektromobilität im Straßenverkehr zu forcieren. Technologischer Wandel vollzieht sich z.B. beim Rückgang der Bedeutung des Verbrennungsmotors und der zunehmenden Elektrifizierung des Straßenverkehrs, aber auch bei der Diffusion von Fahrerassistenzsystemen bis hin zum vollständigen autonomen Fahren auf Straßen und Schienen. Substanzielle Verhaltensänderungen betreffen z.B. die gesteigerte Attraktivität und Nutzung von Sharing-Angeboten in der Mobilität, aber auch die Akzeptanz der genannten neuen Technologien.

Ausgangsbasis des Vorhabens sind der Status-quo der Mobilität in Deutschland im Jahre 2015 sowie ein im Dialog zu definierendes Leitbild nachhaltiger Mobilität. Darauf basierend werden zwei mögliche und alternative **Szenarien** nachhaltiger Mobilität bis zum Zeithorizont 2035 definiert:

1. Eine dominante Bahn-ÖPNV-Fahrrad-Mobilität (**Szenario Multi-Modalität-2035**).
2. Eine elektrifizierte Straßenmobilität bei ebenfalls deutlich gestärktem Umweltverbund (**Szenario E-Straße-2035**).

Mit der quantitativen und auf drei Methoden gestützten Analyse der Szenarien sollen fünf forschungsleitende **Fragen** beantwortet werden:

- Welche verschiedenen Szenarien nachhaltiger Mobilität sind denkbar?
- Wie verschiebt sich die Beschäftigung in einem multi-modal-dominierten Szenario?
- Wie sieht die zukünftige Beschäftigung in einem E-Mobilitäts-Szenario aus?
- Entsteht durch nachhaltige Mobilität eine andere regionale oder sektorale Verteilung der Beschäftigung als heute?
- Welchen Einfluss hat nachhaltige Mobilität auf die Gesamtbeschäftigung?

1 Einleitung und Leitbild

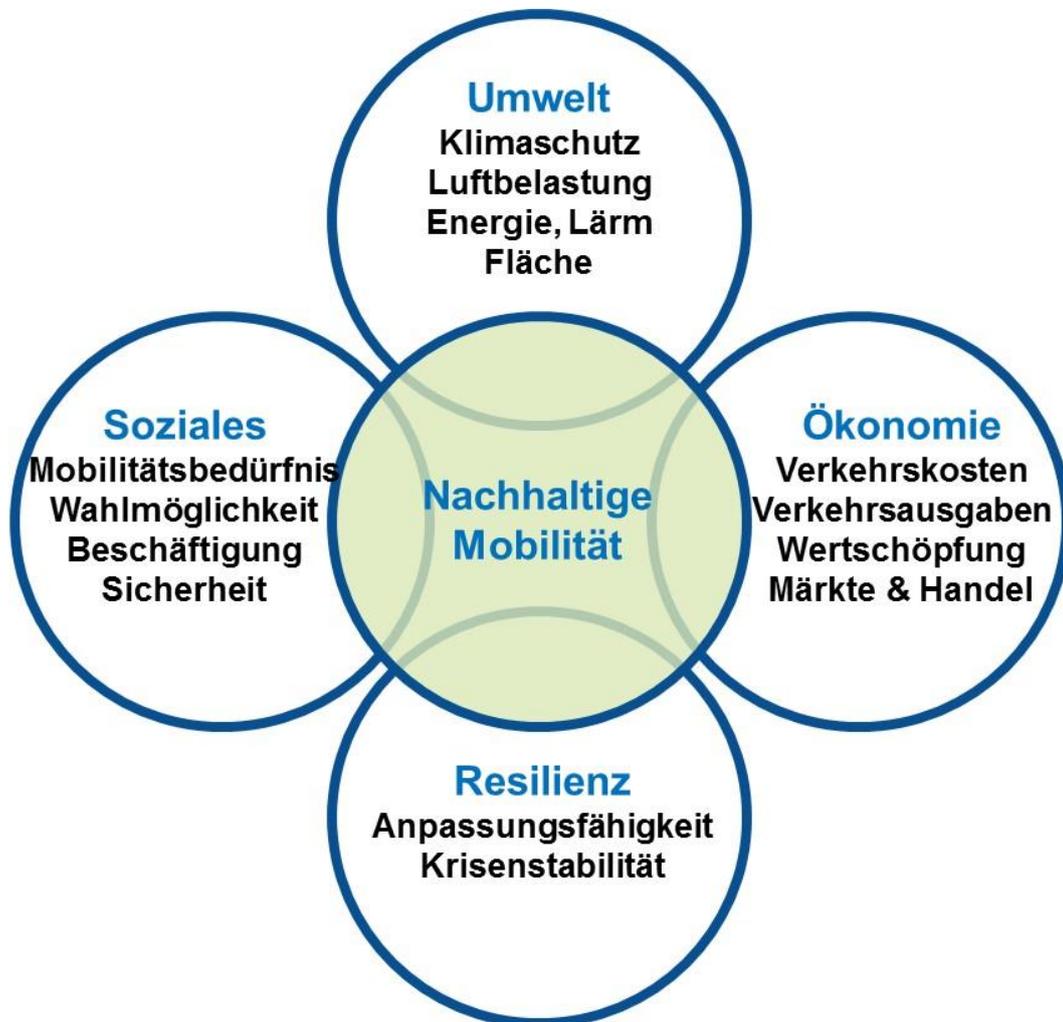
Nachhaltige Mobilität ist ein anerkanntes politisches Ziel, welches große gesellschaftliche Zustimmung findet. Bei der Frage, wie nachhaltige Mobilität tatsächlich auszugestalten ist, gehen die Ansichten allerdings auseinander. Dieses Arbeitspapier befasst sich daher zunächst mit der Definition und der Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses von nachhaltiger Mobilität und im Anschluss daran mit der Ausarbeitung von zwei möglichen Szenarien, wie nachhaltige Mobilität im Jahre 2035 ausgestaltet sein könnte.

Das **Ziel** des zugrundeliegenden Vorhabens ist es, die Beschäftigungseffekte der Erreichung von nachhaltiger Mobilität in Deutschland bis 2035 zu analysieren. Kern des Vorhabens ist dabei die Quantifizierung der Beschäftigungseffekte und zwar in möglichst disaggregierter Form, d.h. (1) in regionaler Auflösung, (2) nach Wirtschaftszweigen (sektoral) und (3) zugeordnet zu verschiedenen Verkehrsträgern sowie verbundenen Industrien wie der IT-Branche. Dabei wird davon ausgegangen, dass die verschiedenen Differenzierungsebenen (regional, sektoral, modal) jeweils einen anderen und damit auch zusätzlichen Erkenntnisgewinn bringen. Für dieses Vorhaben ist die wichtigste Wirkung nachhaltiger Mobilität der wirtschaftliche Strukturwandel und die damit verbundene Veränderung von Quantität der Beschäftigung und von Tätigkeiten der Beschäftigten im Verkehrssektor, bzw. auch von Sektoren die zukünftig stärker mit Mobilität verbunden sein werden, wie der IT-Branche.

Mit dem Bericht der Brundtland Kommission (Brundtland, Khalid, 1987) und dem Weltgipfel in Rio de Janeiro (1992, UNO-Konferenz über Umwelt und Entwicklung) wurde der Begriff der **Nachhaltigkeit** eingeführt. Nachhaltigkeit erfordert demzufolge, dass die Bedürfnisse der heutigen Generationen befriedigt werden sollen, ohne die Möglichkeiten zukünftiger Generationen einzuschränken, ihre Bedürfnisse befriedigen zu können. Unter Berücksichtigung der drei ursprünglichen Dimensionen der Nachhaltigkeit (Umwelt, Wirtschaft und Soziales/Gesellschaft) lässt sich das Ziel nachhaltiger Mobilität wie folgt formulieren: *die Mobilitätsbedürfnisse heutiger und zukünftiger Generationen sollen umweltfreundlich befriedigt werden, Mobilität soll für jeden verfügbar und erschwinglich sein sowie volkswirtschaftlich effizient organisiert sein* (Schade u. a., 2011). Dabei soll Reboundeffekten vorgebeugt werden und die Mobilität unter Berücksichtigung aller globalen Kreislaufsysteme, Schutz- und Vorsorgemaßnahmen effektiv geplant und realisiert werden.

Abbildung 1 verdeutlicht, dass in den letzten Jahren die Resilienz, d.h. die Optionen und Fähigkeiten zur Anpassung eines Systems sowie zur Reaktion auf Krisen als vierte Dimension der Nachhaltigkeit in die Betrachtung einbezogen werden sollte. Jede der vier Dimensionen der Nachhaltigkeit kann durch zahlreiche Handlungsfelder detaillierter beschrieben werden, die in vielen Fällen gleichzeitig Indikatoren für die Messung der Erreichung von Nachhaltigkeit liefern. Am Beispiel der Dimension Umwelt kann dieser Zusammenhang verdeutlicht werden. Klimaschutz stellt hier ein Handlungsfeld der Dimension Umwelt dar. Gleichzeitig wird als Indikator für Klimaschutz die Emission an Treibhausgasen aus dem Verkehr gemessen, wobei insbesondere bei Analysen der Mobilität ohne gleichzeitige Betrachtung des Energiesystems auch explizit die Emissionen der Vorkette der Energiebereitstellung

zu berücksichtigen sind. Abbildung 1 bietet keine vollständige Darstellung aller Handlungsfelder, soll aber die für dieses Vorhaben wichtigen Handlungsfelder aufzeigen.



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 1: Vier Dimensionen nachhaltiger Mobilität

Im Fokus unserer Analysen wird die Entwicklung des Handlungsfeldes *Beschäftigung* sein. Dabei sollen verschiedene Methoden genutzt werden um die Veränderung der Beschäftigung im Verkehrssektor, in den damit verbundenen Sektoren und in der Gesamtwirtschaft zu quantifizieren.

Nachhaltige Mobilität findet sich auch in den Zielen der Vereinten Nationen für die Post-2015 Entwicklungsagenda wieder, auf Basis welcher die Millenniumsziele bis 2030 erreicht werden sollen (Generalversammlung der Vereinten Nationen, 2015). Das Ziel 11 richtet sich auf die Gestaltung inklusiver, resilienter und nachhaltiger Städte und bedeutet für Mobilität „bis 2030 den Zugang zu sicheren, bezahlbaren, zugänglichen und nachhaltigen Verkehrssystemen für alle ermöglichen und die Sicherheit im Straßenverkehr verbessern, insbesondere

durch den Ausbau des öffentlichen Verkehrs, mit besonderem Augenmerk auf den Bedürfnissen von Menschen in prekären Situationen, Frauen, Kindern, Menschen mit Behinderungen und älteren Menschen“ (S. 23). Die Verbesserung der Luftqualität und die Vermeidung von Verletzungen und Todesfällen im Verkehr sind Bestandteile weiterer Ziele der UN-Agenda.

Daraus ergibt sich unser Leitbild Nachhaltiger Mobilität für das Vorhaben mit Bezug zu den vier Dimensionen Umwelt, Soziales, Wirtschaft und Resilienz. Aus **Umweltsicht** ist eine vollständige Dekarbonisierung des Verkehrs bis 2050 notwendig. Bis 2035 soll die Reduktion der Treibhausgasemissionen (THG) des Verkehrs bereits 55% gegenüber 1990 erreichen. Luftschadstoffe aus dem Antrieb sollen in 2050 ebenfalls auf Null gesenkt werden. Bis 2035 ist eine Reduktion auf 70% zu erreichen. Sowohl bei Schwerverletzten, Verkehrstoten und Lärm ist bis 2035 die Vision Zero Teil des Leitbildes. Dieser Aspekt strahlt sowohl auf die soziale als auch die ökonomische Dimension aus. Die **soziale Dimension** des Leitbildes erfordert die Entwicklung zukunftsfähiger Jobs bei niedriger Arbeitslosigkeit und ausgewogener Work-Life-Balance. Die **Dimension Wirtschaft** erfordert effizienten und zuverlässigen Verkehr mit sinkender gesamtwirtschaftlicher Transportintensität. Auch Suffizienzstrategien sollen einen Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten. **Resilienz** beinhaltet die Versorgungssicherheit mit Energie und Rohstoffen, die wegen Beachtung der anderen Dimensionen aus erneuerbaren Quellen stammen und unter sozialen und ökologischen Gesichtspunkten gewonnen werden. Die Dimension Resilienz umfasst auch die Anpassungsfähigkeit des Verkehrssystems an den Klimawandel.

2 Projekttablauf und Szenariengestaltung

Die Analyse der Beschäftigungsentwicklung bis 2035 soll anhand von zwei Szenarien erfolgen, die mit dem heutigen Zustand als sogenanntes Referenzszenario verglichen werden. Das Referenzszenario bildet damit den Ausgangspunkt der Bewertung und basiert auf dem Zustand von Mobilität und Beschäftigung in Deutschland im Jahre 2015. Die beiden Szenarien zeigen zwei mögliche Zukünfte nachhaltiger Mobilität für das Jahr 2035 auf. Die Szenarien für 2035 sind normativ und damit nicht durch Maßnahmen getrieben. Damit lauten die drei Szenarien des Projektes:

- Szenario **REF-2015**: verkehrliches und ökonomisches Mengengerüst für Deutschland im Jahr 2015 (Beschreibung des Status Quo).
- Szenario **Multi-Modalität-2035**: Multi-Modalität mit Bahn im Fern- und Regionalverkehr inter-modal und flexibel kombiniert mit dem Fahrrad und dem ÖPNV entwickelt sich zum dominierenden Verkehrsmittel.
- Szenario **E-Straße-2035**: deutliche Stärkung des Umweltverbundes und Elektrifizierung des Straßenverkehrs, wodurch dieser bei zentralen Handlungsfeldern (Klima, Luftbelastung, Lärm) ebenfalls nachhaltig wird und seine dominante Rolle als Verkehrsmittel behält.

Der Fokus der Analysen liegt auf dem Wandel des Personenverkehrs. Der Güterverkehr soll mitbetrachtet werden, da er sowohl Kapazitäten des Verkehrssystems beansprucht, die dann nicht für den Personenverkehr zur Verfügung stehen, als auch für Beschäftigung in Produktion und Logistik sorgt. Neben dem Zielhorizont der Szenarien, dem Jahr 2035, soll außerdem 2025 als Stützjahr betrachtet werden.

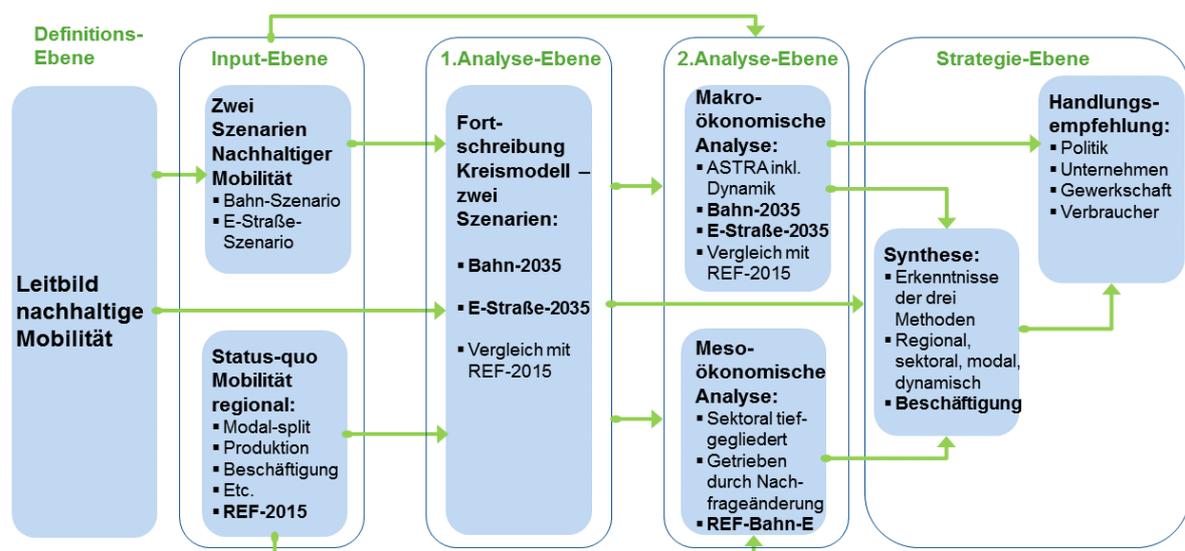
Zentrale **Trends** beeinflussen beide Nachhaltigkeitsszenarien. Die demographische Entwicklung hinsichtlich der Zahl der Menschen unterscheidet sich dabei nicht zwischen dem Szenario Multi-Modalität-2035 und E-Straße-2035. Andere mit der Mobilität in Wechselwirkung stehende Trends, wie städtebauliche Entwicklung und räumliche Verteilung der Bevölkerung oder die Marktdiffusion neuer Mobilitätskonzepte (Car-, Bike-, Ride-Sharing), werden verschieden ausgeprägt sein. Beispielsweise unterstützt eine stärkere Konzentration der Bevölkerung in größeren Städten und dichtere Besiedelung das Szenario Multi-Modalität-2035 genauso wie eine schnellere und stärker ausgeprägte Entwicklung neuer Mobilitätskonzepte. Auf der anderen Seite verbessert eine forcierte Digitalisierung und Elektrifizierung der Straßenfahrzeuge die Entwicklung zu nachhaltiger Mobilität im Szenario E-Straße-2035. Damit wird die Ausprägung dieser Trends sich zwischen den Szenarien nachhaltiger Mobilität unterscheiden. Die Entwicklung der Trends wird im Kapitel 4 genauer beschrieben.

Das Projekt ist aus aufeinander aufbauenden **Aktivitätsebenen** aufgebaut. Abbildung 2 stellt die Entwicklung der Szenarien und die genutzten Methoden zur Analyse von Mobilität und Beschäftigung dar. Ausgehend von dem gemeinsam erstellten Leitbild nachhaltiger Mobilität werden als Inputs für die Methoden zwei eindeutig abgrenzbare Szenarien nachhaltiger Mobilität gestaltet (Multi-Modalität-2035 und E-Straße-2035), sowie der Status-quo von Mobilität und Beschäftigung für das Jahr 2015 aufbereitet (Input-Ebene).

Auf der **ersten Analyse-Ebene** werden dann auf Kreisebene die beiden Szenarien bis 2035 entwickelt, ergänzt durch eine Betrachtung für die globale Ebene und in ihrer Wirkung auf die Mobilitätswirtschaft und somit auf die Beschäftigung in Deutschland getestet. Diese Analyse-Ebene liefert (1) eigenständige Erkenntnisse hinsichtlich regionaler Effekte und deren räumlicher Verteilung, und (2) Inputs für die zweite Analyse-Ebene.

Auf der **zweiten Analyse-Ebene** werden beide Szenarien anhand einer sektoralen Analyse und einer dynamischen gesamtwirtschaftlichen Analyse auf deren Beschäftigungswirkung hin untersucht. Durch den vorgeschlagenen Ansatz wird die zukünftige Beschäftigung bei nachhaltiger Mobilität mit drei Ansätzen quantifiziert, deren Ergebnisse in der Synthese veranschaulicht und verdichtet werden. Zuletzt sollen ebenfalls auf der Strategie-Ebene unter Nutzung der Erkenntnisse der Synthese und der dynamischen Analyse Handlungsempfehlungen erarbeitet werden.

Der **Fokus dieses Arbeitspapiers** liegt auf der Definitionsebene d.h. der Gestaltung nachhaltiger Mobilität sowie der Input-Ebene und hier der Definition der beiden Szenarien nachhaltiger Mobilität.



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 2: Projektlogik und Projekttablauf

Im Fokus der Untersuchungen stehen die Zeitpunkte 2015, 2025 und 2035. Bei den einzelnen Arbeitsschritten können weitere Zeitpunkte relevant sein und betrachtet werden. Für den Status Quo und die Beurteilung von Trends spielt die Retrospektive der letzten 5 Jahre eine Rolle. In der makroökonomischen Analyse wird der gesamte Zeitpfad von 2015 bis 2035 simuliert.

3 Begriffe und Indikatoren nachhaltiger Mobilität

In diesem Kapitel werden zunächst die Begriffe Mobilität und Nachhaltigkeit abgegrenzt und dann anzuwendende Indikatoren zur Beschreibung und Messung nachhaltiger Mobilität ausgewählt.

3.1 Begriffsabgrenzung Mobilität und Nachhaltigkeit

An dieser Stelle soll zunächst das breite Spektrum der Begriffe Mobilität und Nachhaltigkeit dargestellt werden, um daraus in späteren Schritten die für die Beschäftigungseffekte in Deutschland passenden Indikatoren zur Prüfung der Erreichung nachhaltiger Mobilität zu diskutieren und abzuleiten.

Räumliche bzw. territoriale **Mobilität** umfasst die Bewegung von Personen und Gütern. Nicht gemeint ist in gegenständlichem Vorhaben der Wechsel des Wohnstandortes (residenzielle Mobilität) oder der Wechsel des Arbeitsplatzes (Arbeitsmobilität), sondern die zirkuläre Mobilität. Bezüglich der genutzten Verkehrsträger sollen insbesondere die landgebundenen Verkehrsträger Schiene und Straße und die aktive Mobilität im Fokus der Betrachtung stehen, wobei wenn nötig auch die Interaktion dieser Verkehrsträger mit Verkehr zu Wasser und in der Luft betrachtet werden. Hinsichtlich der Fahrtzwecke wird eine möglichst umfassende Betrachtung der Mobilität angestrebt, so dass alle Fahrtzwecke zu berücksichtigen sind. Damit ergibt sich die betrachtete Mobilität als:

- *Objekt:* Personen und Güter.
- *Verkehrsträger:* Schiene, Straße (inklusive Fuß und Rad), Luft, Wasser.
- *Alle Fahrtzwecke:* Arbeit, Ausbildung, Einkaufen, Urlaub, Freizeit, Besuch.

Nachhaltigkeit ist ein Handlungsprinzip zur Ressourcen-Nutzung, bei dem die Bewahrung der wesentlichen Eigenschaften, der Stabilität und der natürlichen Regenerationsfähigkeit des jeweiligen Systems im Vordergrund steht. Auf die Gesellschaft übertragen bedeutet dies, dass ökologische, wirtschaftliche und soziale Ziele gleichrangig anzustreben sind. Seit einigen Jahren wird Nachhaltigkeit häufig synonym zu Generationengerechtigkeit oder Zukunftsverträglichkeit verwendet, womit ein Wirtschaften ohne Minderung der Chancen nachfolgender Generationen bezeichnet wird. Laut Schwedes sollen zur Gestaltung der Nachhaltigkeit die Grundkonzepte Effizienz, Konsistenz und Suffizienz in einem gleichberechtigten und ausgewogenen Verhältnis ineinandergreifen (Schwedes, 2011). **Effizienz** bedeutet in diesem Sinne die Entkopplung von Bedürfnisbefriedigung und Ressourcenaufwand, **Konsistenz** eine Kreislaufführung der natürlichen Ressourcen und **Suffizienz** steht für ein verändertes Nutzungsverhalten und eine Änderung der Bedürfnisse.

Der Ausbau nachhaltiger Verkehrssysteme und die Schaffung einer qualitativ hochwertigen und belastbaren Infrastruktur gehört außerdem zu den zentralen Bemühungen um ein dauerhaftes, inklusives und nachhaltiges Wirtschaftssystem. In diesem Zusammenhang hat das

Umweltbundesamt (UBA) 2015 einen Bericht über Indikatoren im Bereich Mobilität für die übergeordnete Nationale Nachhaltigkeitsstrategie veröffentlicht (Gerlach u. a., 2015).

Nachhaltige Mobilität bezeichnet laut dem UBA-Bericht ein Mobilitätswesen, welches

- die Befriedigung der Grundbedürfnisse und den Zugang von Individuen, Unternehmen und der Gesellschaft ermöglicht und dabei Sicherheit, menschliche Gesundheit, die Funktionsfähigkeit der Ökosysteme und intra- sowie intergenerationelle Gerechtigkeit gewährleistet;
- innerhalb der durch die Internalisierung externer Kosten gesetzten Grenzen bezahlbar, sowie fair und effizient ist, die Wahl zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln erlaubt und eine ausgewogene regionale Entwicklung unterstützt;
- Emissionen und Abfall auf den durch die Aufnahmefähigkeit der Erde vorgegebenen Umfang begrenzt sowie erneuerbare Ressourcen höchstens in dem Umfang einsetzt, in welchem sich diese regenerieren. Nicht erneuerbare Ressourcen werden höchstens in dem Umfang genutzt, in welchem erneuerbare Ersatzstoffe entwickelt werden und die Auswirkungen auf den Flächenbedarf und die Lärmentwicklung werden auf ein Mindestmaß reduziert;
- in einem partizipatorischen Prozess gestaltet wurde, welcher relevante Akteure aus allen Teilen der Gesellschaft einbezieht.

Dabei wurden von Gerlach et al. (2015) vier Leitwerte (wie z.B. Lebensqualität) genutzt, welchen Anforderungen aus Sicht der Nachhaltigkeit und Handlungsfelder aus Sicht der Mobilität zugeordnet werden. Die folgende Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der Leitwerte und der identifizierten Handlungsfelder, welchen in einem späteren Schritt Indikatoren zur Messung der Erreichung von nachhaltiger Mobilität zugeordnet werden.

Tabelle 1: Leitwerte, Anforderungen und zentrale Handlungsfelder laut UBA

Leitwert der NHS	Anforderungen an eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung	Zentrale Handlungsfelder
Generationengerechtigkeit	Einhaltung der ökologischen Regenerations-, Substitutions- und Tragfähigkeitsgrenzen	Klimaschutz
		Nutzung energetischer Ressourcen
	Keine Verlagerung finanzieller Lasten in die Zukunft	Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung
		„Finanzielle Nachhaltigkeit“
Lebensqualität	Vermeidung von Gesundheitsrisiken	Luftqualität
		Lärm
	Sicherheit gewährleisten	Verkehrssicherheit
Sozialer Zusammenhalt	Befriedigung der Grundbedürfnisse und Ermöglichung von Teilhabe aller am gesellschaftlichen Leben	Mobilität sichern
	Bezahlbare Preise	
	Wahlfreiheit zwischen verschiedenen Verkehrsträgern	
	Gestaltung des Verkehrssystems in einem partizipatorischen Prozess	Kein zentrales Handlungsfeld, da geringe Bedeutung in der Literatur
Internationale Verantwortung	Gestaltung der Rahmenbedingungen für eine global nachhaltige Entwicklung	

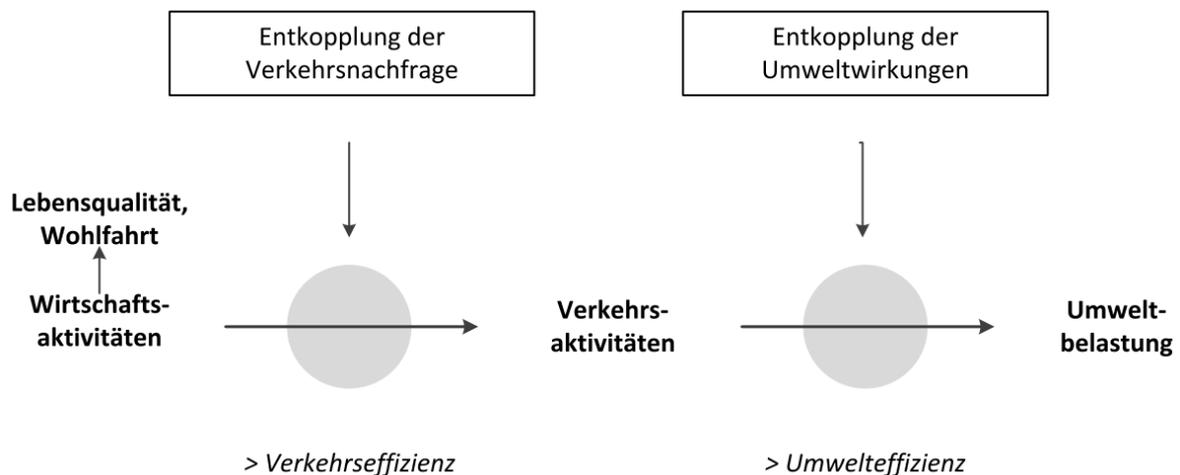
Quelle: Gerlach u. a., 2015

Auf die drei ursprünglichen Dimensionen der Nachhaltigkeit projiziert ergibt sich folgende Interpretation:

Unter **ökologischen** Gesichtspunkten soll das Ziel sein, die menschliche Gesundheit nicht durch Lärm, Luftschadstoffe und Unfälle zu belasten. Anforderungen des Umwelt- und Klimaschutzes und zur Erhaltung von Flora und Fauna sollen erfüllt werden, indem Verkehrswachstum, Staus, Flächenverbrauch und Zerschneidung weitestgehend vermieden werden. Ausschlaggebend dafür sind Aspekte wie Transportintensität, Verkehrsmittelwahl, Energieverbrauch, Energiemix und Effizienz. Um das Erreichen dieser Ziele zu messen, eignen sich als quantifizierbare Indikatoren Emissionen von VOCs, CO₂, kanzerogenen Luftschadstoffen und Lärm sowie Abfall, Flächenverbrauch, Landschaftsschutz, Unfälle und Unfallfolgen.

Aus **ökonomischer** Sicht soll in erster Linie eine Verbesserung des Wohlstands und der Lebensqualität (Gerlach u. a., 2015) durch eine effiziente Befriedigung menschlicher Mobilitätsbedürfnisse ermöglicht werden. Darüber hinaus gilt es Kostengerechtigkeit hinsichtlich Nutzerfinanzierung, externer Kosten, Substanzerhalt, Schulden und Subventionen herzustellen und einen ökosozial orientierten Wettbewerb zwischen den Verkehrsträgern zu etablieren. Um dies abzubilden, sollen Indikatoren wie Verkehrsleistung pro Kopf oder pro BSP

sowie Preise im Verkehr herangezogen und externe Kosten abgeschätzt werden (vgl. Puls, 2013). Diese Indikatoren bilden gleichzeitig ab, in welchem Maß die regionale Entwicklung ausgewogen ist. Die folgende Abbildung stellt den Wirkungszusammenhang verschiedener Arten der Entkopplung zur Vereinigung der Ziele einer „prosperierenden Wirtschaft“ und einer Reduzierung der Umweltwirkungen dar.



Quelle: Gerlach u. a., 2015

Abbildung 3: Entkopplung von Wirtschaft, Verkehr und Umweltwirkungen

Im Hinblick auf **sozialen Zusammenhalt** wird die Maximierung des Zugangs, der Erreichbarkeit und Teilhabe angestrebt, um soziale Ausgrenzung zu verhindern. Soziale Gerechtigkeit hinsichtlich Mobilität schließt auch eine gerechte Verteilung der Kosten (Gesundheit, Zeit und Geld) ein. Man unterscheidet gerne *Bedürfnisgerechtigkeit* einerseits, welche die Befriedigung grundlegender Bedürfnisse für alle Menschen gleichermaßen sicherstellen soll, und *Leistungsgerechtigkeit* andererseits als die Möglichkeit, für höhere Leistung höheren Nutzen zu erhalten. In jedem Fall müssen jedoch die Anforderungen sämtlicher Bevölkerungsgruppen berücksichtigt werden, darunter Menschen mit prekären Einkommensverhältnissen, Menschen mit Behinderungen oder in besonderen Lebenssituationen und -phasen (Alleinerziehende, Kinder, Senioren) sowie die unterschiedlichen Anforderungen an Mobilitätsangebote in urbanen und ländlichen Räumen¹. In der Wechselwirkung prägt Beschäftigung natürlich auch unser Mobilitätsverhalten zum einen durch die Pendelfahrten und Dienstreisen aber z.B. auch durch die Wahl oder Verlagerung von Firmenstandorten sowie durch die Bereitstellung von Dienst-PKW oder Dienst-Fahrrädern.

Dem Aspekt der **Generationengerechtigkeit** soll Rechnung getragen werden, indem ökologische Regenerations-, Substitutions- und Tragfähigkeitsgrenzen im Hinblick auf die Handlungsfelder Klimaschutz, Nutzung energetischer Ressourcen und Flächenverbrauch

¹ Zur Mobilitätsversorgung und Problemen in ländlichen Räumen siehe die Ansätze in Modellregionen: <http://www.modellvorhaben-versorgung-mobilitaet.de>.

berücksichtigt werden. Eine steigende Effizienz der Verkehrsleistung soll diese auf lange Sicht von Energie- und Ressourcenverbrauch entkoppeln.

Zu diesen Dimensionen der Nachhaltigkeit können noch **Resilienz** sowie die Leitwerte der Nachhaltigkeitsstrategie **Lebensqualität** und **internationale Verantwortung** hinzugefügt werden:

- Resilienz: Widerstandsfähigkeit gegenüber externen Schocks (Preisschwankungen, Naturkatastrophen).
- Lebensqualität: Vermeidung von Gesundheitsrisiken (Luftqualität und Lärm); Verkehrssicherheit gewährleisten.
- Internationale Verantwortung: Gestaltung der Rahmenbedingungen für eine global nachhaltige Entwicklung.

3.2 Indikatoren nachhaltiger Mobilität

Zahlreiche Arbeiten haben sich mit den Indikatoren zur Messung nachhaltiger Mobilität befasst. Als Beispiel verweisen wir im Folgenden nochmals auf den Vorschlag des UBA im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie. Weitere Vorschläge finden sich im Anhang. Für die Nutzung in unserem Vorhaben sind diese Indikatoren-Listen zu umfangreich, da nur ein Teil der Indikatoren mit den Modellen für den Zeithorizont 2035 direkt quantifizierbar ist. Für andere Indikatoren muss aus den Szenario-Beschreibungen und den quantifizierbaren Indikatoren plausibel ableitbar sein, dass sie erfüllt würden.

Das Umweltbundesamt UBA hat für die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie den darin identifizierten Handlungsfeldern die in Tabelle 2 dargestellten Indikatoren der Mobilität mit Umweltbezug zugeordnet (Gerlach u. a., 2015).

Tabelle 2: Handlungsfelder und Indikatoren der Nachhaltigkeitsstrategie mit Verkehrs- und Umweltbezug

Handlungsfeld	Indikatoren der Nachhaltigkeitsstrategie mit Bezug zum Handlungsfeld
Direkter Verkehrsbezug	
Umweltfreundliche Verkehrsabwicklung	<ul style="list-style-type: none"> - Indikator 11a „Gütertransportintensität“ - Indikator 11b „Personentransportintensität“ - Indikator 11c „Anteil des Schienenverkehrs an der Güterbeförderungsleistung“ - Indikator 11d „Anteil der Binnenschifffahrt an der Güterbeförderungsleistung“
Mobilität sichern	- Kein Indikator vorhanden
Indirekter Verkehrsbezug (sektorübergreifend)	
Nutzung energetischer Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> - Indikator 1 „Primärenergieverbrauch im Inland“ - Indikator 3a „Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch“
Klimaschutz	- Indikator 2 „Treibhausgasemissionen“
Luftqualität	- Indikator 13 „Schadstoffbelastung der Luft“
Lärm	- Kein Indikator vorhanden
Neuinanspruchnahme von Flächen und Zerschneidung	- Indikator 4 „Anstieg der Siedlungs-/Verkehrsfläche“
Verkehrssicherheit	- Indikator 14 „Vorzeitige Sterblichkeit (alle Ursachen)“
Finanzielle Nachhaltigkeit	- Indikator 17 „Verhältnis der Bruttoanlageinvestitionen zum BIP“

Quelle: Gerlach et al. 2015

Auch für die ökonomische Dimension der nachhaltigen Mobilität liegen durch das UBA gestützt auf verschiedene Studien Vorschläge für Indikatoren wie z.B. Bruttoinvestitionen, Modernitätsgrad, etc. vor. Tabelle 3 gibt dazu einen Überblick.

Tabelle 3: Indikatoren zur Bewertung der finanziellen Nachhaltigkeit im Verkehr

Institution, Quelle	Indikator
Substanzerhalt der Infrastruktur + Finanzierung	
Kommission zur Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung (Daehre u. a. 2012, S. 11)	Bruttoinvestitionen im Verkehr
	Anteil Verkehrsinvestitionen am BIP
	Modernitätsgrad (Nettoanlagevermögen/Bruttoanlagevermögen) ¹⁴
	Substanzwert Fahrbahnoberfläche, aggregierte Kennziffer (1-4), Einzelkriterien sind dabei u. a.: Ebenheit, Griffigkeit, Oberfläche
Bundesamt für Statistik Schweiz 2014	Kostendeckungsgrad (anrechenbare Einnahmen im Verhältnis zu anrechenbare Ausgaben, entsprechend der Abgrenzungen der Ausgabenrechnung)
	Eigenwirtschaftlichkeitsgrad (anrechenbare Einnahmen im Verhältnis zu anrechenbare Ausgaben, entsprechend der Abgrenzungen der Kapitalrechnung)
Internalisierung externer Kosten	
Castillo; Pitfield 2010	Höhe der jährlich verursachten externen Kosten

Quelle: Gerlach et al. 2015

Für unser Vorhaben schlagen wir daher einen beschränkten Satz an Indikatoren vor, der mit den Modellen (und ggf. Nebenrechnungen) quantifiziert werden soll und als Kriterium zur Erreichung nachhaltiger Mobilität dienen soll. Dieser umfasst:

- Modal-split im Personen- und Güterverkehr.
- Fahrleistungen im Straßenverkehr.
- THG-Emissionen des Verkehrs (-55% in 2035).
- Energieverbrauch des Verkehrs.
- Emissionen an NOx (-70% in 2035).
- Investitionen im Verkehr und Anteil am BIP.
- Reduktion der Transportintensität des BIP.
- Ausgaben für Verkehr und Steuereinnahmen aus Verkehr.
- Verkehrsunfälle mit Todesfolgen (Vision Zero bis 2035).
- Beschäftigung (niedrige Arbeitslosigkeit, Work-Life-Balance).

4 Wichtige Trends für Mobilität und Beschäftigung

In diesem Kapitel werden zunächst demographische, gesellschaftliche und städtebauliche Trends und Leitbilder beschrieben, da diese für die Gestaltung und zur Einordnung der Szenarien wichtig sind. Es folgen die Diskussion der Entwicklung der Pkw-Produktion und der Mobilitätsnachfrage, die Digitalisierung und neue Mobilitätskonzepte sowie die Berücksichtigung dieser Trends in den Szenarien.

4.1 Demographische und gesellschaftliche Trends in Deutschland

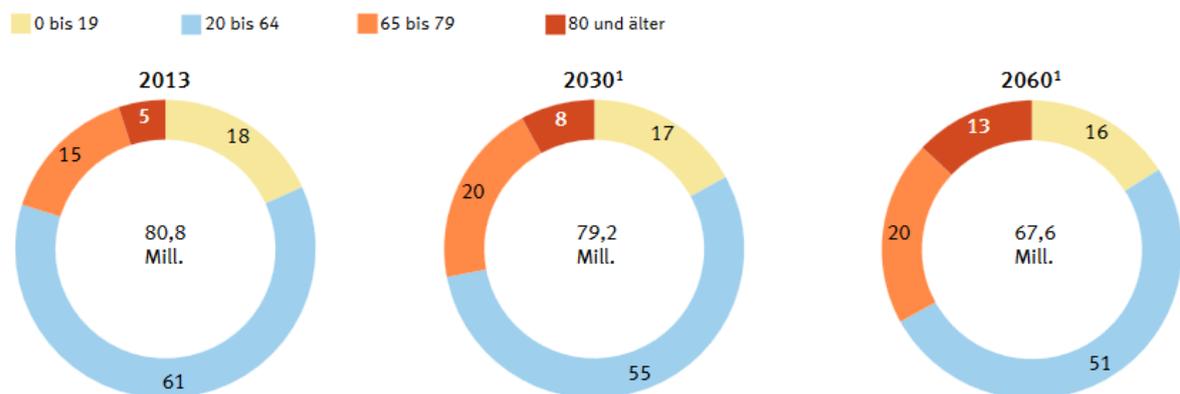
Im Hinblick auf die verfügbaren Arbeitskräfte liegt der Fokus der demographischen und gesellschaftlichen Untersuchung auf Deutschland. Im Hinblick auf die Bedeutung der globalen Absatzmärkte sollen die wichtigsten Eckdaten der bedeutsamsten nationalen Märkte in Kapitel 4.3 dargestellt werden.

Bereits seit Beginn der 1970er Jahre sterben in Deutschland mehr Personen als geboren werden. Dieses Geburtendefizit lag im Jahr 2013 mit 212.000 deutlich über dem mittleren Wanderungsüberschuss der 1990er Jahre und Anfang der 2010er Jahre von 186.000 pro Jahr (Statistisches Bundesamt, 2015). Bereits in 30 Jahren wird das Geburtendefizit bei einer halben Million jährlich liegen und sich in etwa auf diesem Niveau einpendeln. Ausgehend von einem oberen Szenario („kontinuierliche Entwicklung bei stärkerer Zuwanderung“) und einem unteren Szenario („kontinuierliche Entwicklung bei schwächerer Zuwanderung“) nimmt das Statistische Bundesamt für das Jahr 2060 eine Bevölkerung zwischen 67,6 Mio. Einwohnern und 73,1 Mio. Einwohnern an. Der Geburtenrückgang in Deutschland ist dabei auf mehrere Ursachenkomplexe zurückzuführen (Bundeszentrale für politische Bildung / bpb, 2014):

- Funktions- und Strukturwandel der Familie: kontinuierlicher Rückgang der Familienbetriebe und stärkere Übernahme von Fürsorge- und Sozialleistungen durch den Wohlfahrtsstaat.
- Emanzipation der Frau und Probleme der Vereinbarkeit von Familie und Beruf: Mangelhaftes Angebot der Kinderbetreuung außerhalb der Familie erschweren die Vereinbarkeit von Beruf und Familienplanung.
- Ausbreitung von anspruchsvollen und individualistischen Lebensstilen: Der Anstieg materieller und individualistischer Ansprüche geht mit steigenden monetären Kosten und Zeitkosten einher und gerät in Konflikt mit den durch Kinder verursachten zeitlichen Bindungen und langfristigen Festlegungen („Opportunitätskosten“).
- „Strukturelle Rücksichtslosigkeit“ gegenüber der Familie: Gesellschaftliche Strukturen sind stark auf die Bedürfnisse von Erwachsenen zugeschnitten. Kinder werden zwar nicht abgelehnt, jedoch fehlt es den familiären Leistungen an gesellschaftlicher Anerkennung und materieller Unterstützung.

Die Folgen der Geburtenrückgänge und des demographischen Wandels sind eine schrumpfende Bevölkerung und eine veränderte Zusammensetzung der Altersgruppen (vgl. Abbildung 4). Diese Entwicklungen werden jedoch regional sehr unterschiedlich verlaufen (Hradil, 2006). Die Verschiebung der Altersstruktur wird die Gesellschaft dabei vor mehrere Herausforderungen stellen: Erwerbstätige werden durchschnittlich älter, wodurch eine zeitnahe Ausbildung zur Mangelware wird. Umso wichtiger sind berufsbegleitende weiterführende Qualifikationen. Die Zahl der potenziell Erwerbstätigen (Erwerbsfähige) sinkt, wodurch ein Arbeitskräftemangel (insbesondere Hochqualifizierte) entsteht, sofern keine Gegenmaßnahmen getroffen werden (ebd.). Im Jahr 2060 wird nur jede zweite Person in der Altersgruppe 20 bis 64 sein. Infolge der Bildungsexpansion aber auch aufgrund gesundheitlicher und sonstiger Einschränkungen wird nicht jede Person dieser Altersgruppe erwerbstätig sein, wodurch umlagefinanzierte Sicherungssysteme im Schwierigkeiten geraten (ebd.).

Bevölkerung nach Altersgruppen in %



1 13. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung, Variante 1: Kontinuität bei schwächerer Zuwanderung.

2015 - 15 - 0382

Abbildung 4: Bevölkerung nach Altersgruppen

Quelle: Statistisches Bundesamt 2015

Haushaltsgröße und Haushaltstyp stellen wichtige Einflussgrößen zur Verkehrserzeugung im Personenverkehr dar. In den letzten 100 Jahren haben sich die Haushaltstypen vom dominierenden Konzept des Mehrgenerationenhaushalts über den Zwei-Generationen-Haushalt der Industriegesellschaft hin zu einem Blumenstrauß an Haushaltstypen der Postindustriellen Dienstleistungsgesellschaft entwickelt (Hradil, 2006). Neben der Kern- und Kleinfamilienhaushalten sind weitere Lebensformen wie Wohngemeinschaften, Wohnheime (Senioren, Studierende), Singlehaushalte, Patchwork-Familien und weitere entstanden.

Der Vergleich von privaten Haushalten in Deutschland im Jahr 1900 und 2012 verdeutlicht diese Entwicklung. Haushalte mit nur einer Person bildeten damals die Ausnahme und machten 7% aller Haushalte aus – 2012 hingegen ist diese Haushaltsgröße die häufigste mit 41% aller Haushalte. Fünf Personen und mehr hingegen lebten 1900 in 44% aller Haushalte – 2012 jedoch nur in 3%. Entsprechend verringerte sich die durchschnittliche Personenzahl je Haushalt von 5,5 Personen auf 2,0.

Seit einigen Jahren erfahren die deutschen Großstädte mit mehr als einer halben Million Einwohnern steigende Bevölkerungszahlen (Bundeszentrale für politische Bildung / bpb, 2011). Während die Zahl der Beschäftigten bundesweit stagnierte, stieg sie in den großen Städten um 4% an. Dabei gelten insbesondere „der Dienstleistungssektor, die Wissensökonomie und die Kreativwirtschaft (...) als Motoren des Wachstums“ (ebd.) und bieten der jungen, gut ausgebildeten Bevölkerung ein attraktives Beschäftigungsangebot. Vor dem Hintergrund der Auflösung traditioneller Geschlechterrollen und der zunehmenden Berufstätigkeit von Frauen werden heute weniger die suburbanen Eigenheime von jungen, materiell abgesicherten Familien mit Kindern bevorzugt – dafür umso mehr die dicht bebauten und gemischt genutzten Altbaugelände der Innenstädte.

Diese Rahmenbedingungen und Eckdaten ermöglichen die grobe Abschätzung der potenziell verfügbaren zukünftigen Arbeitskräfte, die der Mobilitätswirtschaft in Deutschland zu Verfügung stehen. Gleichzeitig lassen sich daraus Rückschlüsse auf Nachfragemuster auf dem sich immer weiter diversifizierenden Markt der Mobilitätsangebote ziehen.

4.2 Städtebauliche Trends und Leitbilder

Während sich Mobilitätsmuster im Zuge des steigenden Wohlstands in den 1960er Jahren grundlegend änderten, erfuhr der motorisierte Individualverkehr zulasten des öffentlichen Verkehrs eine rasante Entwicklung. Das Leitbild der „autogerechten Stadt“ (Heineberg, 2006) beförderte die Nutzungsentmischung der Innenstädte und ließ verkehrs- und flächenintensive Lebensweisen entstehen. Kompakt gewachsene Siedlungsstrukturen wurden aufgelöst, da eine leichtere Distanzüberwindung das Standortverhalten entscheidend beeinflusste (Monheim, Monheim-Dandorfer, 1990). Während Sozialwissenschaftler bereits seit dem Jahr 1960 für die Verdichtung und Verflechtung der Nutzungsarten einstanden und das Leitbild „Urbanität durch Dichte“ entwarfen, konnte sich der Entmischung-Trend vielerorts bis in die 1970er Jahre hinein fortsetzen, was mit einer weiteren Expansion der Suburbanisierung und der Expansion des dezentralen großflächigen Einzelhandels einherging und Einkaufszentren auf der „grünen Wiese“ entstehen ließ (Heineberg, 2006).

Erst mit dem Entwurf und der Hinwendung zu den Leitbildern „Ökologischer Städtebau“ in den 1980ern und dem später folgenden Leitbild „Nachhaltige Stadtentwicklung“ infolge der aus der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro hervorgegangenen „Agenda 21“ wurde der Grundstein zur Entwicklung nachhaltiger Strukturen im Städtebau gelegt. Ziele waren unter anderem eine Verdichtung der Innenstädte durch eine effiziente Nutzung der vorhandenen Bausubstanz (Umwidmung) und Flächenrecycling sowie eine funktionale Nutzungsmischung innerhalb von Stadtquartieren mit den partiellen Leitbildern der „kompakten Stadt“ und der „Stadt der kurzen Wege“². Vielerorts sind jedoch im Laufe mehrerer Jahrzehnte städtebauliche Strukturen gewachsen, die eine umfassende Neuausrichtung unter Berücksichtigung der aktuell vorherrschenden Planungsparadigmen erschweren und grundlegende Verbesserungen für Mobilitätsangebote

² Vgl. http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/WP/1998_2006/1999_Heft1.html?nn=1034434

jenseits des motorisierten Individualverkehrs (MIV) nur mit sehr hohem Aufwand erlauben. Letztendlich geht es jedoch nicht allein um die Zurückdrängung des MIV aus den Innenstädten, sondern vielmehr um eine Verbesserung der Lebensqualität für die Bewohner vor Ort. Monheim und Monheim-Dandorfer beklagen die systematische Verdrängung des Radverkehrs im Zuge der Verkehrsplanung der 60er und 70er Jahre, obwohl jährlich mehr Fahrräder als Pkw verkauft wurden (Monheim, Monheim-Dandorfer, 1990).

Die Verbesserung der Rahmenbedingungen zur Nutzung des Umweltverbunds kann entscheidend dazu beitragen, den verkehrsbedingten Flächenbedarf (einschließlich für den „ruhenden Verkehr“), Lärm, Abgase, Unfallgefahren, Trennwirkung und die Einschränkung der Bewegungsfreiheit im öffentlichen Raum zu verringern. Wie die Umsetzung einer „guten“ Stadt für Fußgänger und Radfahrer realisiert werden kann, beschreibt der Architekt Jan Gehl in „Städte für Menschen“³ (Gehl, 2015). Im Wettbewerb um attraktive Arbeitsplätze und im Bestreben, die bereits ortsansässigen Unternehmen zu halten, ist davon auszugehen, dass lokale Akteure und Entscheidungsträger darauf hinwirken, hochwertige Angebote in allen Lebensbereichen (Wohnen, Arbeiten, Bildung, Einkaufen, Freizeit) zu schaffen. Räumliche Verteilungsmuster dieser Funktionen sowie das Angebot an Mobilitätsoptionen zur Raumüberwindung bestimmen die Verkehrsmittelwahl. Ob unter dem Ziel eines emissionsfreien Verkehrs ein entsprechend nachhaltig gestaltetes Mobilitätsangebot tatsächlich angenommen wird, hängt letztendlich an allen potenziellen Teilnehmern des Binnenverkehrs, des Quelle-Ziel-Verkehrs und des Transit-Verkehrs. Mit ihren Entscheidungen für oder gegen eine Mobilitätsoption bestimmen sie die Richtung mit, in die sich der Markt ausrichten wird: hin zum Szenario E-Straße-2035 oder hin zum Szenario Multi-Modalität-2035. Solange jedoch die Großstädte weiter Bevölkerung anziehen und immer dichter besiedelt werden, ist künftig tendenziell mit einer Abnahme von Autos zu rechnen (Grimm, 2017).

³ Vgl. <http://www.thehumanscale-derfilm.de/>

4.3 Pkw-Produktion und Mobilitätsnachfrage

Weltweit wurden im Jahr 2010 61,7 Mio. Pkw verkauft, davon 11,6 Mio. Pkw aus der Produktion deutscher OEM (Schade u. a., 2014). Die deutschen OEM produzierten damals bereits knapp mehr als die Hälfte der Fahrzeuge im Ausland (vgl. Abbildung 5). In Deutschland selbst wurden 2010 nur 1,9 Mio. Pkw deutscher OEM verkauft, rund 15% ihrer weltweiten Produktion. Von vier in Deutschland produzierten Pkw werden drei exportiert, wobei 83% der exportierten Fahrzeuge nach Europa, Nordamerika und China gehen (Schade u. a., 2014). Die folgende Darstellung beschreibt die globale Produktion und den globalen Absatz deutscher Automobilhersteller in 2010.

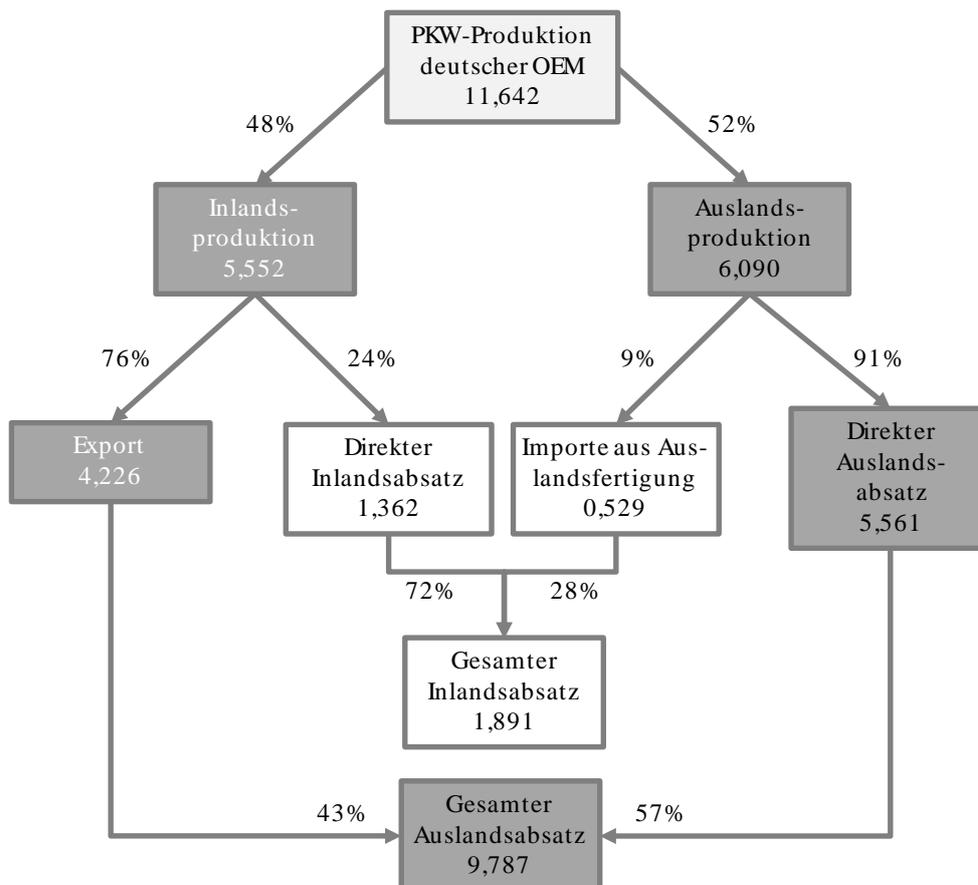


Abbildung 5: Globale Produktion und Absatz deutscher Automobilhersteller

Quelle: (Schade u. a., 2014)

Deutsche Automobilhersteller und ihre Zulieferer sind für 1,8 Mio. Arbeitsplätze in Deutschland verantwortlich (Schade u. a., 2014). Angesichts der hohen Exportquote von 76% der Inlandsproduktion wird deutlich, dass die meisten Arbeitsplätze nicht allein von der Entwicklung der Nachfrage auf dem Binnenmarkt, sondern von der weltweiten Entwicklung der Märkte abhängig sind.

Der Zusammenhang zwischen Pro-Kopf-Einkommen und Pkw-Dichte (Autos je 1000 Einwohner) folgt in etwa einer logistischen Wachstumskurve (Dudenhöffer, 2016). Bisherige Beobachtungen zeigen, dass in ungesättigten Märkten die Motorisierung überproportional zum Einkommenszuwachs steigt. Ab einer Pkw-Dichte von etwa 400 Pkw pro 1000 Einwoh-

ner verlangsamt sich das Tempo der Motorisierung und der Pkw-Markt geht in eine Sättigungsphase über. In dieser Phase besteht die Nachfrage überwiegend aus Ersatzbedarf (ebd.). Während die Absatzzahlen auf den Triade-Märkten USA, Japan und EU seit einigen Jahren stagnieren, wuchsen die BRICS-Märkte zu Beginn der 2010er Jahre am schnellsten (Schade u. a., 2014). Dabei weist jeder Markt seine Besonderheiten im Hinblick auf die Entwicklung von Wirtschaft, Bevölkerung, Absatz, Pkw-Dichte und Art der Nachfrage auf (Tabelle 4).

Tabelle 4: Übersicht der Rahmenbedingungen in den einzelnen Ländern

	Bevölkerung bis 2030	Wirtschaft bis 2030	Absatzzahlen 2010 in Mio. PKW	PKW-Dichte 2010 in PKW pro 1.000 EW	Besonderheiten des Marktes	
TRI ADE	EU	➔ +0,2%	➔ +50%	14,0 Mio.	473	ähnliche Anteile von Klein-, Kompakt- und Mittelklasse
	USA	➔ +16%	➔ +40%	11,6 Mio.	774	kaum Kleinwagen
	Japan	➔ -5%	➔ +40%	4,2 Mio.	455	ähnliche Segmentaufteilung wie in Deutschland, jedoch weniger Kleinwagen
	Südkorea	➔ +7%	➔ +60%	1,3 Mio.	268	ähnliche Struktur wie in Japan
B R I C S	Brasilien	➔ +13%	➔ +100%	2,7 Mio.	122	80% Flex-Fuel Fahrzeuge
	Russland	➔ -5%	➔ +90%	1,7 Mio.	236	hohes durchschnittliches Fahrzeugalter
	Indien	➔ +24%	➔ +190%	2,2 Mio.	12	sehr hoher Anteil an Kleinwagen
	China	➔ +4%	➔ +190%	11,9 Mio.	24	ähnliche Segmentaufteilung wie in der EU
	Südafrika	➔ +9%	➔ +90%	0,3 Mio.	108	sehr starker Gebrauchtwagenmarkt

Quelle: (Schade u. a., 2014)

Diese marktabhängigen Besonderheiten gilt es für die Automobilhersteller gleichermaßen zu berücksichtigen wie ökonomische und soziodemographische Rahmenbedingungen. Dabei sind all diese Eigenschaften nicht als gegeben hinzunehmen. Neue Mobilitätskonzepte können durch entsprechende Angebote die Strukturen stagnierender wie auch wachsender Märkte aufbrechen. Nicht nur steigende Einkommen können zu marktprägenden Faktoren werden, sondern auch gesellschaftliche Veränderungen, Lebensstile, (radikale) technische Innovationen (im Hinblick auf autonome Fahrzeuge und Elektromobilität) sowie neue Vertriebsmöglichkeiten durch eine zunehmende Digitalisierung. Wichtige Kenngrößen zur Abschätzung der potenziellen Absatzzahlen sind die jeweils nationale Gesamtbevölkerung, deren Wachstum und Zusammensetzung nach Altersgruppen sowie die Einkommensverteilung und das Wirtschaftswachstum. Darüber hinaus lassen sich aus Kenngrößen wie Anteil der Stadtbevölkerung und Bevölkerungsdichte das Potenzial spezifischer Antriebstechnologien und Mobilitätskonzepte abschätzen.

Das Deutsche Mobilitätspanel des KIT untersucht die bundesweite Entwicklung der Alltagsmobilität und zeigt anhand von Indikatoren aktuelle Trends im Mobilitätsverhalten auf (Karlsruher Institut für Technologie / KIT, 2016). So ist die Pkw-Verfügbarkeit (gemessen an Führerscheinbesitz und mindestens ein Pkw im Haushalt) in jüngster Vergangenheit bei den Personen über 60 Jahren infolge der Übernahme des Pkw aus früheren Lebensphasen angestiegen. Bei der Bevölkerung bis 35 Jahren hingegen ist eine geringe Abnahme infolge des späteren Führerschein- und Pkw-Erwerbs im Lebenszyklus und Urbanisierung festzustellen. Die Verkehrsleistung hingegen bleibt bei dieser Gruppe trotz einem urbaneren Leben stabil, da Fernreisen zunehmen. Im Radverkehr sind geringe Zunahmen in allen Altersklassen zu verzeichnen. Ursache dafür sind das steigende Image und Akzeptanz des Fahrrads als Verkehrsmittel, das Aufkommen von Pedelecs und die Zunahme multimodaler Verhaltensmuster (ebd.).

4.4 Digitalisierung und neue Mobilitätskonzepte

Die im Zuge der Digitalisierung aufstrebende „Sharing Economy“ entspringt dem Prinzip „teilen statt besitzen“ (Dudenhöffer, 2016) bzw. „nutzen statt besitzen“ (Schade u. a., 2014). Die schnelle und nahezu kostenlose Datenkommunikation via Internet ermöglicht die Erschließung und den Aufbau neuer Geschäftsmodelle zu niedrigen Kosten. Für den potenziellen Nutzer entfallen bei Sharing-Produkten wie Autos nicht nur die hohen Anschaffungskosten, sondern es entfallen auch alle Kosten und Verpflichtungen, die mit dem Besitz eines Fahrzeuges einhergehen (z.B. Zeitaufwand und Kosten für Wartung und Reparaturen). Auch Vorteile im Hinblick auf Nachhaltigkeitsaspekte und Flexibilität durch kontinuierliche Wahlmöglichkeiten verschaffen einen Mehrwert (Schade u. a., 2011) da die Nutzer in ihren Entscheidungen für die für ihren Fahrtzweck günstigste Verkehrsmittelwahl weniger auf die ausschließliche Wahl des Pkw festgelegt sind. So können beispielsweise auch Leihräder, Taxidienste oder Nahverkehrsmittel mit Smartphones gebucht und gegebenenfalls in Kombination mit Carsharing genutzt werden. Komfort-, Kosten- und Zeitvorteile machen Sharing-Angebote attraktiv und verschaffen ihnen ein positives Image (Dudenhöffer, 2016). In Deutschland erfährt Carsharing derzeit ein beachtliches Wachstum der Nutzerzahlen und des Angebots: von 2011 bis Anfang 2017 erhöhten sich die Nutzer- bzw. Fahrzeugzahlen im stationsgebundenen Carsharing von 200.000 / 5.000 auf über 450.000 / 9.000. Die free-floating Systeme erreichten kurz nach ihrer Einführung schon 2013 ebenfalls 200.000 Nutzer und über 4.000 Fahrzeuge und zählten Anfang 2017 1,26 Mio. Nutzer und knapp 8.000 Fahrzeuge⁴. Insgesamt nutzten in Deutschland Anfang 2017 1,7 Mio. Kunden die knapp 7.000 Carsharing-Fahrzeuge (bcs Bundesverband CarSharing e.V., o. J.). Anstelle des Wunsches nach dem Besitz eines eigenen Automobils tritt das Bedürfnis nach sinnvollen, auf den individuellen Fahrtzweck optimal angepassten Mobilitätsangeboten (Schade u. a., 2014). Carsharing kann dabei die Angebote des öffentlichen Verkehrs und die Möglichkeiten der aktiven Mobilität ergänzen. Während stationsungebundene („free-floating“) Konzepte mit hohen Investitionskosten angesichts der großen Zahl an benötigten Fahrzeugen verbunden sind und ein attraktives Angebot für innerstädtische Fahrten darstellen, ermöglichen

⁴ <https://carsharing.de/mehr-17-millionen-carsharing-nutzer-deutschland>

stationsgebundene Konzepte sowohl eine langfristige als auch eine spontane Fahrzeugreservierung. Meistens steht an den Stationen eine größere Bandbreite an Fahrzeugen zur Verfügung, die jedoch nach der Nutzung wieder an die Ausgangsstation zurückgebracht werden (Mager, 2014).

Insbesondere im Hinblick auf Elektromobilität wird Carsharing ein bedeutsames Potenzial zugesprochen: „Die begrenzte Reichweite von Elektroautos stellt dann kein Problem mehr dar, wenn innerhalb eines Flottenpools für längere Fahrten entsprechende andere Fahrzeuge zur Verfügung stehen“ (Mager, 2014). Dies setzt jedoch voraus, dass Buchungssysteme bei der Reservierung die Ladedauer der Batterien mit einkalkulieren, was wiederum die Wirtschaftlichkeit für den Anbieter verschlechtert (ebd.). Im Hinblick auf den Übergang zu einem elektrifizierten Pkw-Verkehr ermöglichen batteriebetriebene Fahrzeuge im Rahmen des Carsharing ein unverbindliches Kennenlernen der Antriebstechnologie ohne den Verkaufsdruck, wie er üblicherweise bei Probefahrten im Autohaus aufgebaut wird. Diesem Aspekt misst Dudenhöffer eine hohe Bedeutung bei, um bei Autofahrern das Vertrauen in die neue Technik zu schaffen (Dudenhöffer, 2016). Bei einer zunehmenden Vernetzung der Mobilitätsbausteine von Bus und Bahn, Car-, Bike- und Ride-Sharing-Angeboten (Abbildung 6) und der Verbreitung von Digitalisierung und Sharing Economy ist mit einem deutlichen Rückgang der Pkw-Dichte zu rechnen (Schade u. a., 2014).

Um der steigenden Ressourcenknappheit insbesondere durch den steigenden Bedarf nach elektronischen Komponenten mit Bedarf an seltenen Erden und Metallen vorzubeugen sollte auch das auf geschlossene Rohstoffkreisläufe ausgerichtete Cradle-to-Cradle-Design im Mobilitätswesen umfassend angewandt werden (Rammler, 2014). Deutschland als rohstoffarme Exportnation hat in dieser Hinsicht ein besonderes Interesse und eine besondere Verantwortung, seinen Fachkräften bereits in der Ausbildung ressourcenschonende Wirtschaftskreisläufe zu vermitteln. Die Entwicklung nachhaltigen Produktdesigns und die Erforschung dafür notwendiger Materialien sollten als potenzielle neue Beschäftigungsfelder in beiden Szenarien Berücksichtigung finden.

Weitere direkt oder indirekt für die Mobilität relevante an die Digitalisierung, neue Technologien und damit verbundene neue Konsummuster gekoppelte Trends sind insbesondere Vernetzung, damit gekoppelte Erhöhung der Verkehrssicherheit, saubere Antriebs-Technologien⁵, neue Konsummuster der Generationen der Millennials (Ford, 2015) und der Generation Y (Institut für Mobilitätsforschung, 2013) wie die Veränderung der Nutzung der Aktivitätszeit (Garikapati u. a., 2016) und die Verschiebung der Status-Symbole zu digitalen Symbolen, neue Wirtschaftsformen wie die on-demand (Jaconi, 2014) und shared economy beziehungsweise mobility (Huber u. a., 2011).

⁵ Vgl. http://produkte.bosch-mobility-solutions.de/de/de/specials/specials_safety/automated_driving/motivation_and_conditions/megatrends_1/megatrends.html

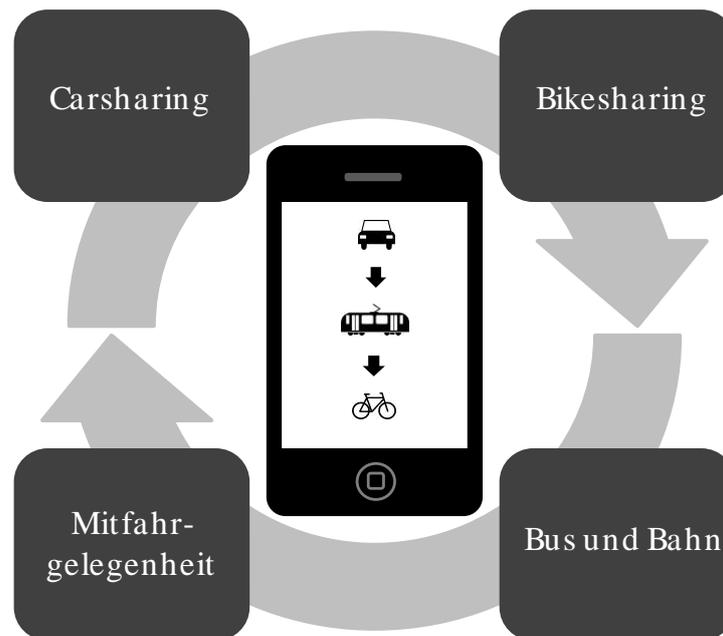


Abbildung 6: Vernetzung der Mobilitätsbausteine via Smartphone

Quelle: (Schade u. a., 2014)

4.5 Berücksichtigung der Trends in den Szenarien

Die beschriebenen Trends beeinflussen die Entwicklungen in beiden Szenarien. Trends wie die demographische Entwicklung sind unabhängig vom Szenario, d.h. es besteht keine Wechselwirkung zwischen dem Trend und den Festlegungen im Szenario. Damit muss auch bei der Ausgestaltung des Szenarios die Passfähigkeit zwischen Stärke des Trends und dem Szenario nicht geprüft und gesichert werden. Dies gilt z.B. für die Altersstruktur der Bevölkerung.

Ausprägungen einiger anderer Trends passen besser zu einem der beiden Szenarien als zu dem anderen Szenario. Beispielsweise passt ein stärkerer Trend zum Zuzug in städtische Gebiete und zur Nutzungsmischung in den Kommunen besser zu einem Multi-Modalität-2035 Szenario in dem Verkehre stärker auf die Achsen zwischen den Städten und deren jeweilige Zubringerachsen gebündelt werden bzw. eine stärkere Nutzung des Rad- und Fußverkehrs in durchmischten Quartieren und Städten möglich ist. Dagegen wird eine beschleunigte Elektrifizierung und Digitalisierung das Szenario E-Straße-2035 befördern, da Umweltziele dann durch Elektrifizierung zu erreichen sind und die Digitalisierung den Komfort der Pkw-Nutzung durch autonome Fahrzeuge oder zusätzliche Dienstleistungen erhöhen wird.

Die Passfähigkeit der Ausprägung der Trends zum Szenario wird bei der nun folgenden Vorstellung der beiden Szenarien berücksichtigt. Diese Beschreibungen bildet den Ausgangspunkt der Szenarioarbeiten. Da weitere Szenario-Details in den Arbeitspaketen 3, 4 und 5 bestimmt werden, soll die Beschreibung in zwei separaten Dokumenten kontinuierlich aktualisiert und erweitert werden, während dieses Arbeitspapier abgeschlossen ist. Bei den Aktualisierungen gilt es auch aktuelle Entwicklungen in der Industrie aufzunehmen wie z.B. den VW-Zukunftspakt als Reaktion auf Digitalisierung und Elektrifizierung der Automobilindustrie. Maßnahmenoptionen werden erwähnt, aber nicht den Szenarien fest zugeordnet.

5 Szenario *Multi-Modalität-2035*

Das *Multi-Modalitäts-Szenario* orientiert sich am Vorbild des Mitte der 1990er Jahre entwickelten Konzepts der *Flächenbahn*, welches unten genauer erläutert wird. Politisch bedeutet das Szenario eine massive Förderung des Schienenverkehrs bei gleichzeitiger aktiver und strategisch kommunizierter Restriktion des motorisierten Individualverkehrs (MIV). Zentrale Auswirkungen wären unter anderem ein signifikanter Rückgang des Besitzes und in etwas geringerem Maße auch der Nutzung motorisierter Individualfahrzeuge (*peak car*). Hierfür sind insbesondere eine zielgerichtete Verkehrsplanung sowie eine vollständige Internalisierung externer Kosten notwendig.

Kernelemente dieses Szenarios sind im *Personenfernverkehr* der Ausbau des Kernnetzes der Bahn zu einem 30-minütigen ICE-Takt, zuverlässige IC-Anbindungen aller Klein- und Mittelstädte sowie die Wiederaufnahme des Nachtzugnetzes und weiterer günstiger Alternativverbindungen zum Hochgeschwindigkeitsverkehr. Im *Güterverkehr* wird die Kapazität entscheidender Verkehrsknoten weiter ausgebaut. *Allgemein* wird eine hohe Servicequalität während der ganzen Reisekette geboten und einschließlich aller Optionen des Umweltverbunds offensiv *vermarktet* (Spurwechsel, 2008). Mobilitätsagenturen vermitteln multimodale Personen- und Güterverkehrsdienstleistungen aus einer Hand (vgl. LivingRAIL, Doll et al., 2015).

Des Weiteren geht dieses Szenario von Folgendem aus: einem *konsequenten Ausbau des Umweltverbundes* (ÖV, Fuß- und Radverkehr), einer *Quersubventionierung bzw. Umlagefinanzierung* des Schienenverkehrs durch Straßengebühren (Steuern und Abgaben) und kommunale (betriebliche) Nahverkehrsabgaben wie dem französischen *Versement Transport*, eine auf internationale und nationale Integration abzielende und fahrplan-basierte *Infrastrukturplanung*, eine mit Nachbarstaaten und Bundesländern bzw. Regionen *abgestimmte Verkehrspolitik*, eine *Vereinfachung und Vereinheitlichung von Zulassungs- und Betriebsbestimmungen* im Schienenverkehr, eine starke *Reduktion des Pkw-Besitzes* zugunsten einer starken Verbreitung und Diversifizierung von Car-/Ride-sharing bei gleichzeitigem *Widerstand gegen die Verbreitung autonomer Taxis und Ride-hailing⁶*, eine zunehmende *Verknüpfung der Verkehrsträger* sowie zunehmende *Standortwahl* nach Qualität des Schienenpersonenverkehrs. Der Umweltverbund verbessert sein Image und die Affinität dazu steigt zusammen mit der Verbreitung nachhaltiger Konsummuster und Lebensstile (LOHAS – lifestyles of health and sustainability).

Die **Flächenbahn** zeichnet sich durch ein räumlich und zeitlich deutlich verdichtetes Angebot im ländlichen öffentlichen Personenschienenverkehr aus, wie es zum Beispiel im Schweizer Konzept *Bahn 2000* seit 1987 verfolgt wird. Zahlreiche Interessenverbände (VCD, BUND, Pro Bahn, Grüne, Linkspartei) fordern dies seit geraumer Zeit ein, und auch das jüngst erschienene Impulspapier der Bundestagsfraktion der SPD für einen Bahn-pakt 2030 fordert dies sinngemäß ein (SPD Bundestagsfraktion, 2016). Die zwei zentralen Pfeiler dieses Konzepts sind Kundenorientierung und Effizienzsteigerung. Die Auswirkungen auf

⁶ Uber, Lyft, u.ä.

die Beschäftigung beziffert es mit einer Verlagerung von 30.000 Arbeitsplätzen von der Automobil- und Zulieferindustrie auf den öffentlichen Verkehr (Hüsing, 1999). Geeignet ist dieses Konzept für etwa 100 ländliche Regionen à 2.000 qkm und à 300.000 Einwohnern, und somit für über ein Drittel der deutschen Bevölkerung (Hüsing, 1999). Es sieht einen mittleren Haltepunktabstand von 3.800m vor. Ein Themenheft des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) erörtert unter anderem, welche komparative Vorteile der Bahnverkehr in der Fläche als integraler Bestandteil eines nachhaltigen Verkehrssystems bietet (Strubelt, Gatzweiler, 2002).

Im Bereich der **Pkw-Kosten** unterschreiten die Kosten von Batteriefahrzeugen die von Verbrennungsfahrzeugen. Da die Pkw-Kosten insgesamt jedoch im Verhältnis zum Umweltverbund überproportional steigen, reduzieren die neu zugelassenen Batteriefahrzeuge lediglich den allgemein starken Rückgang des Pkw-Bestandes. Durch das moderne Image der Sharing-Economy und der Wunsch nach flexibler Verkehrsmittelwahl rationalisiert sich das Verhältnis zum Pkw. Selbst junge Familien verzichten in der Regel auf den Privatbesitz eines Pkw. Durch *Kostenwahrheit* nach dem *Verursacherprinzip* insbesondere im Straßenverkehr steigen die Kosten für Automobilität mittels sogenanntem *Mobility Pricing* stärker als bei alternativen Verkehrsmitteln und erhöhen so deren Attraktivität. Insbesondere die CO2-basierte *Kfz-Besteuerung* bzw. *Kfz-Zulassungssteuer* führt zu einem starken Rückgang des Pkw-Besitzes.

Die deutschen und europäischen **wirtschaftlichen Rahmenbedingungen** zeichnen sich durch eine Fülle an öffentlichen und privaten Mitteln zur Förderung des Umweltverbundes aus, wohingegen der Erhalt der Straßeninfrastruktur die Kassen zunehmend belastet und zurückgefahren wird. Der Zustrom junger Menschen nach Europa und die im hohen Alter eingeschränkte Fahrtauglichkeit bei zögerlicherer Automatisierung führen zu einer steigenden Auslastung öffentlicher Verkehrsmittel. Die *globalen* wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zeichnen sich durch einen Anstieg der Mittelschicht in urbanen Räumen aus. Auch Schwellenländer entwickeln Strategien für weniger Emissionen pro Personen-Kilometer in Großstädten / Megacities und auch dort etablieren sich schnell Carsharing-Modelle und multimodale Mobilitätsmuster. Die *Emissionen im Pkw-Verkehr* hingegen sinken so langsam, dass zahlreiche Städte zu restriktiven Maßnahmen greifen, welche die Pkw-Nutzung zunehmend unattraktiv machen.

Dank einer **verlagerungsorientierten Gesetzgebung** gelingt es den Schienenverkehrsanbietern, eigenwirtschaftliche, politische und gesellschaftliche Interessen miteinander zu verknüpfen und große Marktanteile zu gewinnen. Mangelnde Fortschritte hinsichtlich der Nachhaltigkeit des Straßenverkehrs führen zu einer immer restriktiveren Straßenverkehrspolitik. Die in den 2010er Jahren so erfolgreichen „Straßenkreuzer“ erfahren hohe Wertverluste und die Menschen lehnen nach dieser Erfahrung auch den Besitz der neuen leichteren aber auch teuren Fahrzeuge ab. Ein zu großes Angebot konkurrierender Vernetzungsplattformen verzögert eine signifikante Erhöhung der Besetzungsgrade im MIV, die dessen Nutzungskosten frühzeitig hätte senken können. *Verkehrs- und Siedlungsentwicklung* werden im Sinne der zugänglichkeits- beziehungsweise mobilitäts-orientierten Entwicklung in Finanz- und Förderinstrumentarien, Gesetze und Verordnungen integriert. Insbesondere wird die

Urbanisierung durch sozialen Wohnungsbau gefördert. Dies betrifft auch die Ausgestaltung der Pendlerpauschale und die Nutzerfinanzierung im Individualverkehr (Mager, 2014). Die *Verkehrsplanung* bevorzugt systematisch den Umweltverbund insbesondere in potentiellen Staubereichen, an Ampeln und bei der Vorfahrtsregelung.

Die **Automatisierungstechnologie** setzt sich im Schienenverkehr trotz zunächst ernüchternder Erfahrungen wie in Nürnberg durch und wird zum deutschen Exportschlager (vgl. Süddeutsche.de, 2017). Sie führt zu höherer Pünktlichkeit und schnellerer Taktung sowie langfristig zu niedrigeren Betriebskosten.

Smartphone-basierte Mobilitätsdienstleistungen verknüpfen alle Verkehrsträger und belohnen für die nachhaltigste und gesündeste Verkehrsmittelwahl. Die fahrzeug-basierten Dienstleistungen hingegen scheitern an der Vielzahl der konkurrierenden Anbieter und führen durch zunehmende Kostentransparenz zu einer höheren Kostensensibilität.

Auch im **ländlichen Raum** werden die ersten und letzten Kilometer aktiv oder mit batteriegetriebenen Kleinwagen und Kleinstfahrzeugen (Segways etc.) zurückgelegt, was dem öffentlichen Verkehr die Einstellung des Betriebs unrentabler Linien erlaubt und somit Mittel für den Ausbau des Hauptnetzes freisetzt.

Multimodale Mobilitätsplattformen in unmittelbarer Nähe der Schienenhaltepunkte sind das zentrale Element der Vernetzung der Angebote und ermöglichen Information, Buchung, Zugang und Abrechnung (VDV, 2013). Der VDV betont außerdem die Bedeutung von *Smartcards* als Ergänzung und Alternative zum Smartphone und benennt *rechtliche Rahmenbedingungen, Förderprogramme für Standards und Pilotprojekte sowie zielgerichtete Planungsinstrumente* (ebd.).

Das Leitbild der **Mobilitätsgarantie** im Stundentakt von 5 bis 24 Uhr hilft, ein flächendeckendes und ganztägiges Angebot zu entwickeln (Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg, 2015). Das baden-württembergische Zielkonzept 2025 für den schienegebundenen Personennahverkehr enthält ein Angebotskonzept und Angebotsstandards für den landesbestellten SPNV, das sich an dieser Mobilitätsgarantie orientiert (Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 2014).

Im **Schienepersonenverkehr** kommt es insbesondere zu einer starken Erhöhung der Zuganzahl, einer Vergrößerung der Kapazität durch Doppelstockwagen, einer Flexibilisierung des Betriebsablaufs durch automatische Kupplungen sowie der Einrichtung eines vertakteten und verknüpften Gesamtkonzepts (Hecht, Schwedes, 2016). Laut Hecht und Schwedes macht die vielfache thematische Verzahnung der Maßnahmen deutlich, „dass die Innovationspotentiale der Schiene nur im Sinne eines Integrierten Gesamtsystems mit präzisen Schnittstellendefinitionen angegangen und mit klarem, von der Gesellschaft ausgehenden, politischem Auftrag gelöst werden können.“

Die LivingRAIL –Vision entwirft ein Bild für 2050 mit Schienenanteilen von 60% in dicht besiedelten Gegenden und noch höhere Anteile in großen Ballungsräumen, und Anteile von 40% in Gegenden mit geringer Dichte und in peripherer Regionen (Doll u. a., 2015). Die Autoren erläutern dazu *Entwicklungen* in den Bereichen Automatisierung und Zugkontrolle,

Rollmaterial und Bahnindustrie sowie Fahrpläne und Bahndienstleistungen. Die folgende Grafik stellt einige dieser Entwicklungen dar.

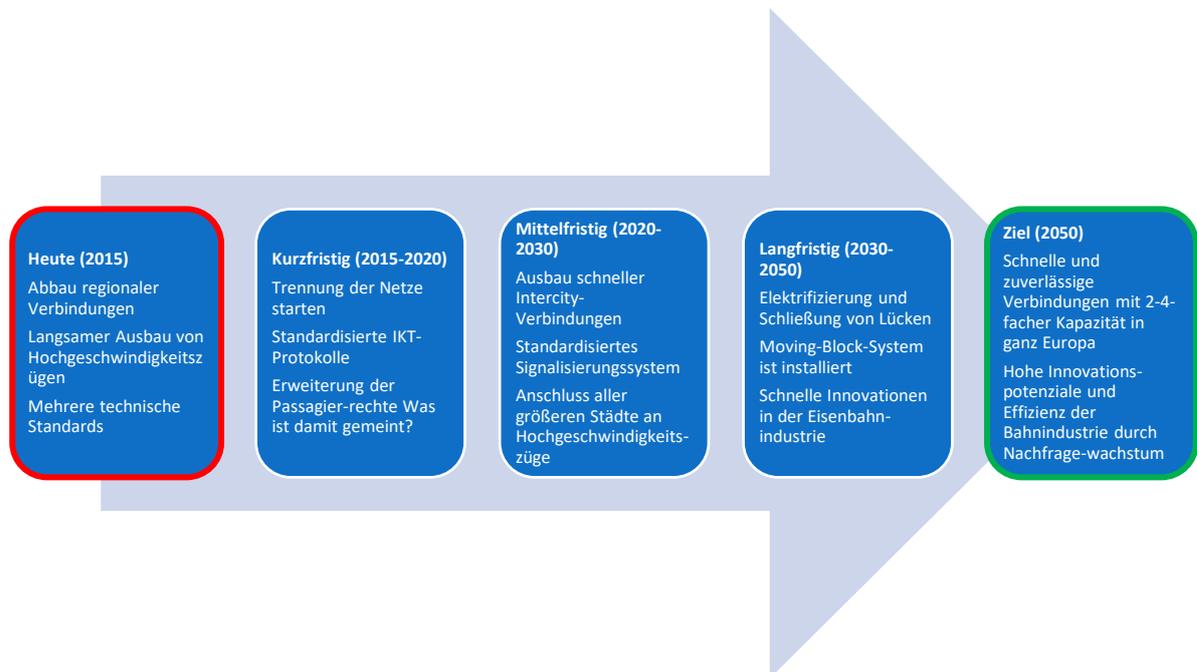


Abbildung 7: Entwicklungen im Schienenverkehr: Automatisierung und Zugkontrolle

Quelle: M-Five nach LivingRail

Laut SPD-Bundestagsfraktion ist die Anbindung aller Oberzentren und möglichst vieler Mittelzentren an den SPFV bis 2030 „die zentrale Voraussetzung für den Umstieg der Menschen auf die Eisenbahn“ (SPD-Bundestagsfraktion, 2016). Auf deren Schienengipfel wurde außerdem ein Impulspapier vorgestellt, welches die Bildung eines „Schienenpakts 2030“ mit neunzehn Maßnahmen zur Stärkung des deutschen Schienenverkehrs vorschlägt. In ähnliche Richtung geht Absenkung der Mehrwertsteuer auf Bahnreisen auf sieben Prozent und das Angebot der Fahrradmitnahmemöglichkeiten in allen Zügen, wie sie z.B. von der Bundestagsfraktion der „Linken“ gefordert wird⁷.

Ein *integraler Taktfahrplan* mit konkurrierenden eigenwirtschaftlichen Anbietern erfordert eine stärkere Regulierung der Fahrpläne und Tarife im Fernverkehr durch das Bundesverkehrsministerium oder eine untergeordnete Organisation (Thoma, 2014): „Insbesondere sollten bestimmte Fahrplantrassen für die im Deutschland-Takt verkehrenden Linien reserviert werden.“ Obwohl dies laut einer Machbarkeitsstudie des BMVI als Koordinierungsinstrument mit europäischem Recht vereinbar ist (BMVI, 2015), müsste dazu jedoch die Eisenbahninfrastruktur-Benutzungsverordnung dahingehend geändert werden, dass sich die Verkehrsunternehmen nur um die Nutzung vorkonstruierter Fahrplantrassen bewerben können. Eine staatliche Bestellung von Fernverkehrsleistung könnte außerdem den Rückzug des Fernverkehrs aus manchen Bundesländern umkehren (Thoma, 2014). Die Machbarkeits-Studie des BMVI zeigt, dass ein Deutschland-Takt zu erheblichen Fahrzeitverringe-

⁷ <https://www.linksfraktion.de/themen/a-z/detailansicht/verkehrspolitik/>

rungen von mindestens 8-12 Mio. Stunden pro Jahr und einem deutlichen Nachfragezuwachs von mindestens 9-12 Mio. Fahrten sowie monetären Zeitersparnissen zwischen mindestens 66 und 97 Mio. Euro pro Jahr führen würde (BMVI, 2015).

Innovative Regionalbahnen mit verbesserter Kundennähe durch neue Bahnhöfe und Haltepunkte spielen eine wichtige Rolle (vgl. Spurwechsel, 2008). Zumindest übergangsweise kann das Schienenangebot dort durch *Regiobuslinien* ergänzt werden, wo Mittel- und Untertzentren nicht ohne weiteres mit der Schiene verbunden werden können.

Im *Tourismusverkehr* wird das Verreisen per Bahn durch europaweit einheitliche Regelungen für Interrail und Eurail-Tickets hinsichtlich der Reservierung von Zügen gefördert.

Im **Schienengüterverkehr** wird der technologische Rückstand gegenüber dem Lkw durch den Einsatz von GPS-gesteuerter Ladungs- und Wagenverfolgung, Automatikkupplungen, moderne Bremssysteme, moderne Umschlagtechniken, Leichttriebwagen und Digitalisierung aufgeholt. Die Reduktion bürokratischer Hemmnisse, Marketing, Reaktivierungs- und Neubauprogramme und die Tarifpolitik sind weitere notwendige Handlungsfelder. So können auch auf lukrativen mittleren und kurzen Distanzen Marktanteile zurückerobert werden. Die Güterverkehrszentren werden dezentraler und an mindestens 300 Standorten aufgebaut und durch kleine Umschlagspunkte mit einfacher Betriebsführung ergänzt. Güter-Trams und Güter-S-Bahnen verkehren in Ballungsräumen und Großstädten, Güter-Regionalbahnen zwischen Kleinstädten und ländlichen Regionen und Güter-Inter-Regio-Liniennetze verbinden alle Mittel- und Oberzentren miteinander. Die Anerkennung der Zulassungen von ausländischem rollendem Material und Lokführerscheinen fördern den grenzüberschreitenden Schienengüterverkehr. Erhöhte Mauteinnahmen werden in regionale Güterbahnen investiert (Randelhoff, 2016).

Im **Geschäftsbereich** ergänzen und ersetzen mit Anreizen zur Nachhaltigkeit versehene persönliche *Mobilitätsbudgets* und eine verbesserte Bezahl-, Verrechnen- und Versteuerbarkeit von *Mobilitätsabonnements* wie der Bahncard 100 zunehmend den Dienstwagen.

Hochbahnen schließen räumliche Lücken zwischen anderen öffentlichen Verkehrssystemen, beispielsweise wo aufkommensstarke Verkehrsschwerpunkte nicht ans Schienennetz angebunden sind, oder überwinden Höhenversprünge, zertrennende Bahntrassen oder Gewässer (Randelhoff, 2016; Spurwechsel, 2008).

Die Szenarien sind nicht maßnahmengetrieben definiert. Mögliche **Maßnahmen** zur Erreichung dieses Szenarios umfassen insbesondere diverse *steuernde Maßnahmen zur Zurückdrängung des gesamten motorisierten Individualverkehrs* (mit Ausnahme von Pedelecs etc.) bei gleichzeitiger konsequenter *Steigerung der Attraktivität des Schienenverkehrs und der Vernetzung des Umweltverbundes*.

Das sogenannte Verbändekonzept „Klimafreundlicher Verkehr in Deutschland“ enthält allgemeine Maßnahmen, die zu einem solchen Szenario führen (Erhard u. a., 2014):

- *Zielgerichtete Verkehrsplanung*: Definition langfristiger verkehrlicher Ziele, zielorientierte Verkehrsinfrastrukturplanung, Stärkung der Verkehrsträger Schiene und Wasserstraße
- *Lebenswerte Städte*: Zieldefinition „emissionsfreie Mobilität in Innenstädten 2030“, Stärkung des Umweltverbundes, Förderung einer geeigneten Raum- und Siedlungsstruktur
- *Effizienz und alternative Antriebe*: EU-Effizienzvorgaben für Pkw und Nutzfahrzeuge, ökologische Reform der Dienstwagenbesteuerung
- *Internalisierung der externen Kosten*: Reform und Ausweitung der Energiebesteuerung, Einführung Pkw-Maut und Ausweitung Lkw-Maut, Internalisierung externer Kosten im Luft- und Seeverkehr
- *Nachhaltige Kraftstoffalternativen*: Reduktion der Treibhausgasintensität der eingesetzten Kraftstoffe, Nachhaltigkeitskriterien für alternative Kraftstoffoptionen, sektoren-übergreifende Biomassestrategien mit Allokationsplan.

Konkrete Maßnahmen zur massiven *Erhöhung der Schienenverkehrsleistung* aus den Bereichen Fahrplan, Infrastruktur, Betrieb und Fahrzeugtechnik beschreiben Hecht und Schwedes (Hecht, Schwedes, 2016). Doll et al. (2015) haben insgesamt 62 Schienenverkehrs-Maßnahmen aus den Bereichen Bahntechnologie und Betrieb sowie Politik und Raumplanung untersucht und thematisch, nach Regionstypen, Sektoren und Akteuren in Railmaps genannten Roadmaps zusammengefasst. CER und UIC haben Maßnahmen zur Förderung der zentralen Ziele Preis-Leistungs-Verhältnis, Performance, Sicherheit, Konsistenz, Kapazität, Konnektivität, nachhaltige Entwicklung, Personal und untermauernde Maßnahmen zusammengestellt (CER et al., 2013).

Maßnahmen zur *Förderung des Radverkehrs* sind in den gemeinsamen Forderungen der deutschen Fahrradverbände⁸ enthalten zur Bundestagswahl 2017 zu finden.

In der **Stadt- und Raumplanung** werden kompakte, lebenswerte Siedlungen, zugängliche Regionen, ein offenes und verbundenes Europa, die schienenverkehrs-orientierte Ortswahl der Firmen sowie Standards, Regulierungen und Preise gefördert (vgl. Doll et al., 2015). Für den Bereich der Siedlungs- und Raumplanung lassen sich die Annahmen in folgendem Zeitstrahl zusammenfassen:

⁸ https://www.vivavelo.org/home/news-detail/news/fahrradverbaende-veroeffentlichen-forderungen-zur-bundestagswahl-2017/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=20a2038782dadb60f30abc2d5841977a

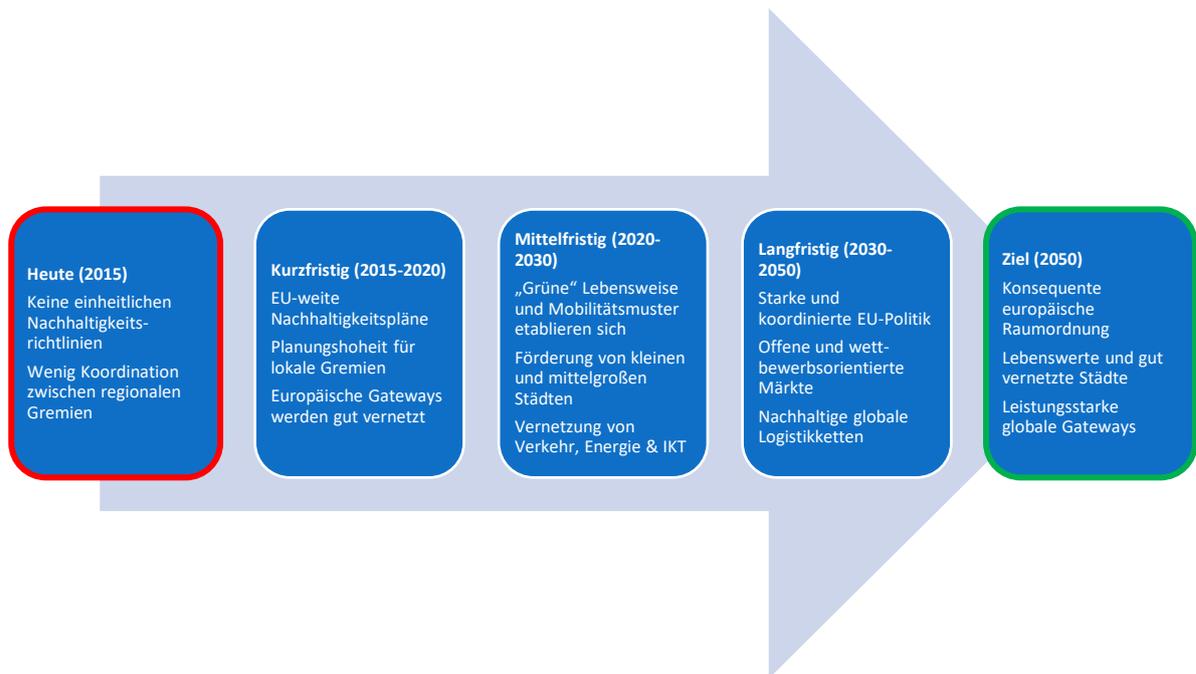


Abbildung 8: Bahnaffine Siedlungs- und Raumplanung

Quelle: M-Five nach LivingRAIL

Im Bereich der **Schienerverkehrsdienstleistungen** orientieren sich die Anbieter mehr in Richtung ihrer Kunden, Intermodalität des Personen- und Güterverkehrs und Echtzeitinformationen (Doll u. a., 2015):

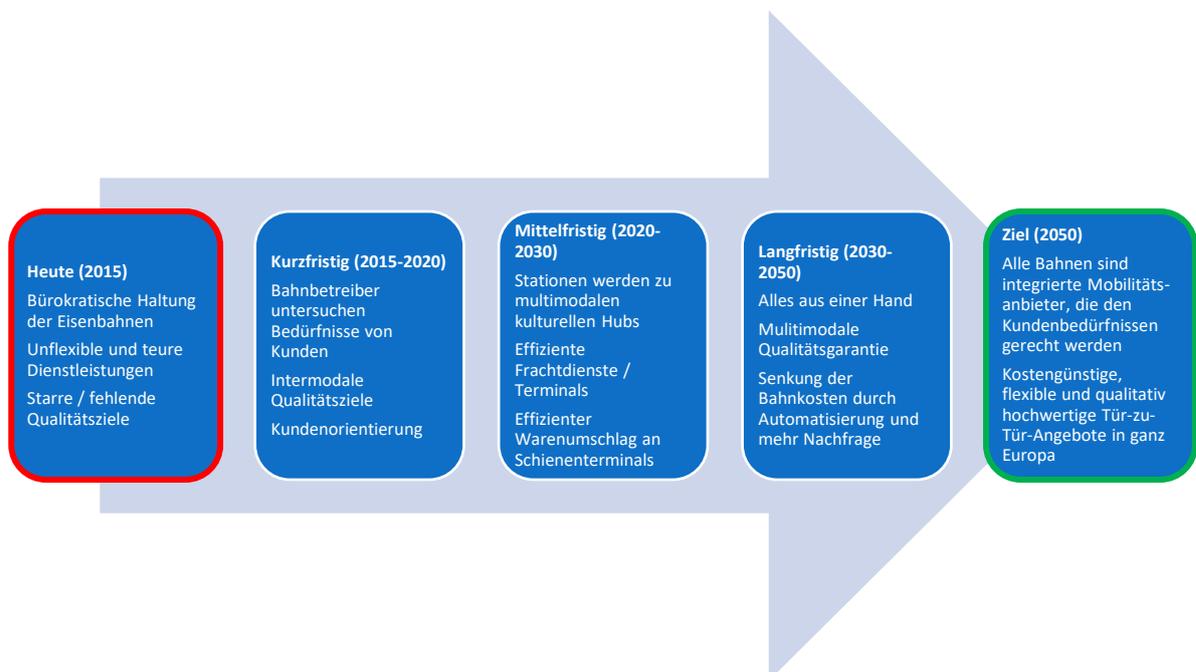


Abbildung 9: Entwicklungen im Schienenverkehr: innovative Dienstleistungen

Quelle: M-Five nach LivingRAIL

Zur Verbesserung der Qualität des **ÖPNV** schlägt der ACE beispielsweise die folgenden Ansätze vor: Barrierefreiheit (Haltestellen und Fahrzeuge), Erreichbarkeit, Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit, Kundenzufriedenheit, Mobilitäts-Apps, Übertragbarkeit von Zeit-Karten, Mobilitätskarten, Vernetzung und Kooperation aller Verkehrsmittel, Schnelligkeit, Ausstattung mit

WLAN sowie Komfort und Sicherheitsgefühl (ACE Auto Club Europa e.V., 2016). Auch Car-sharing sollte in den ÖPNV-Tarif integriert sein und „öffentliche Autos“ an zentralen Haltestellen verfügbar sein (Randelhoff, 2016). Der VCD fordert, dass der öffentliche Verkehr in allen Bundesländern als kommunale Pflichtaufgabe gesetzlich geregelt wird, „da er eine wesentliche gesellschaftliche Funktion hat (Teilhabe bzw. Daseinsvorsorge)“:

„Als pflichtige Selbstverwaltungs-Aufgabe soll dies in kommunaler Eigenständigkeit gestaltet werden (Subsidiaritätsprinzip), jedoch sind für echte überregionale Freizügigkeit verbindliche Bedienungs- und Qualitätsstandards im öffentlichen Verkehr einzuhalten (Garantieangebote), für die es dann auch staatliche Zuschüsse geben muss (Konnexitätsprinzip). Die kommunale Ebene muss finanziell ausreichend ausgestattet sein, zwischen Autonomie und Pflichtstandards muss es ein angemessenes Gleichgewicht geben.“ (VCD Bundesverband, 2014)

Außerdem fordert der VCD verkehrsmittelübergreifende, nachhaltige, kommunale Mobilitätspläne, eine verkehrssparende Bauleitplanung, Mobilitätsmanagement für Wohnquartiere sowie bundesweit einheitliche Standards und Bestellsysteme für auszuweitende Bedarfsverkehre im ländlichen Raum und als Ergänzungs- und Testangebote in der Stadt (ebd.). Des Weiteren formuliert er in diesem Dokument Forderungen zur Regulierung des Bahnsektors, zur Optimierung von Angebot und Betrieb, zum Infrastrukturausbau, zur Sicherstellung der Kontinuität, zur Engpassbeseitigung sowie zur Finanzierung⁹ insbesondere hinsichtlich globaler und regionaler Leistungs- und Finanzierungs-Vereinbarungen und eines kommunalen ÖV-Beitrags¹⁰. Auf seiner Website¹¹ finden sich außerdem Anforderungen hinsichtlich Verständlichkeit, Fahrgastinformation, Fahrgastservice, Sicherheit, kurzen Reisezeiten und Freizeitverkehr. Eine ästhetische und funktionale *Haltestellengestaltung* bietet eine hohe Aufenthaltsqualität (Spurwechsel, 2008). Zur optimalen Verknüpfung mit dem Radverkehr fördern die Mobilitätsverbände die Nutzung von Falträdern und sorgen für attraktive Abstellanlagen an allen Haltepunkten. *Direktmarketing* motiviert Neubürger, Kfz-Neuzulasser, Familienstandwechsler und Menschen, deren Haushaltssituation sich verändert zum vergünstigten Testen des ÖVs (Spurwechsel, 2008). Private und öffentliche Mobilitätsdienstleister vernetzten sich zu einem umfassenden und deutschland- sowie europa- weit vertakteten *Mobilitätsverbund* mit dichteren ÖV-Netzen (300-400m bis zur nächst gelegenen Haltestelle) und integralen Taktfahrplänen insbesondere im ländlichen Raum. Auch Angebote im Fernverkehr werden integriert und weiterentwickelt. Der *städtische Busverkehr* wird durch politische Unterstützung mit Ökostrom betrieben, durch Bus- bzw. stellenweise auch Umweltpuren (Bus & Rad) zulasten des MIV beschleunigt und die Fahrzeuggrößen diversifiziert, um die Nachfrage angemessen zu bedienen. In der Regel bleiben Busspuren

⁹ Vgl. auch <https://www.vcd.org/themen/oeffentlicher-personennahverkehr/oePNV-finanzierung/>

¹⁰ Vgl. auch https://www.vcd.org/fileadmin/user_upload/Redaktion/Publikationsdatenbank/OEoffentlicher_Personennahverkehr/Studie_VCD_BPV_OEPNV-Finanzierung_2014.pdf

¹¹ <https://www.vcd.org/themen/oeffentlicher-personennahverkehr/anforderungen-an-den-oePNV/>

jedoch dem öffentlichen Verkehr vorbehalten und werden konsequent von baulich getrennten Radwegen flankiert.

Die *Bezahlung von öffentlichen Verkehrsmitteln* erfolgt zunehmend bargeldlos und fahrleistungsgerecht (siehe eTarif Heidelberg) für Strecken oberhalb klassischer Fuß- und Fahrraddistanzen und dynamisch als Anreiz zur Nutzung in Nebenzeiten mittels eines zunächst deutschland- und dann europaweiten Bezahlpasses (vergleiche SwissPass) und zunächst landesweiten- und dann bundesweiten, in allen Zügen gültigen reinen Entfernungstarifen („Deutschlandtarif“) mit klaren Vorgaben für die Vergütung der Vertriebskosten (vgl. Niedersachsen, NRW und BW).

Maßnahmen zur *Steigerung der Energieeffizienz und des Anteils erneuerbarer Energien* im elektrischen und verbrennungsbetriebenen ÖPNV bis 2030 beschreiben Kappus u. a. (Kappus u. a., 2013). Außerdem finden sich dort Entwicklungsszenarien hinsichtlich des verbrennungsbetriebenen und elektrischen ÖPNV bis 2050 sowie Einflussmöglichkeiten von Politik, Aufgabenträgern und ÖPNV-Unternehmen. Insbesondere die *Investitionsförderung* bietet Möglichkeiten, steigende Energiepreise durch Effizienz- und Attraktivitätsgewinne langfristig abzufangen (Kappus u. a., 2013). Die Gründung der Deutsche Bahn Digital Venture GmbH zur Förderung neuer datenbasierter Geschäftsmodelle kann hier als richtungweisend erachtet werden.

Der ADAC ermittelte im Rahmen einer Umfrage in zehn deutschen Städten, das durch ebenfalls ermittelte Maßnahmen allein in diesen Städten 1.4 Mio. Fahrgäste zum Umstieg vom MIV zum öffentlichen Verkehr bereit wären (ADAC, 2017).

Die **Fernstraßenfinanzierung** wird nach dem Scheitern der zeitbasierten Pkw-Maut nutzungsabhängig ausgestaltet, wobei pro gefahrenem Kilometer umso mehr Gebühren anfallen. Durch den *Einbezug des Mineralölverkaufs in den reformierten CO₂-Emissionshandel* wird garantiert, dass die CO₂-Emissionen unabhängig von der Verkehrsentwicklung abnehmen.

Der **Straßenraum** wird flächengerecht verteilt und von außen nach innen geplant. So wird sichergestellt, dass den nachhaltigsten Verkehrsarten Vorrang vor den weniger nachhaltigen Verkehrsarten eingeräumt wird, und letztere dadurch aus dem Straßenraum verdrängt werden. Dem wirtschaftlichen Lieferverkehr und dem öffentlichen Verkehr werden dabei Vorrang vor dem motorisierten Individualverkehr eingeräumt. Im innerstädtischen Bereich wird der verbleibende motorisierte Individualverkehr letztendlich nur noch mit Niedriggeschwindigkeits-Fahrzeugen abgewickelt.

Steuernde Maßnahmen für den motorisierten Individualverkehr, sogenannte Push-Maßnahmen, umfassen insbesondere Umweltzonen, flächenhafte Tempo-30 Geschwindigkeitsbegrenzung, die weitestgehend flächenhafte Öffnung von Einbahnstraßen für den Radverkehr in Gegenrichtung, die Umverteilung von Straßenraum auf Hauptverkehrsstraßen vom MIV zum Umweltverbund durch den Rückbau bzw. die Umwidmung von Fahrspuren zu Umweltpuren sowie die Einführung der Bepreisung von MIV-Zufahrtsmöglichkeiten (Regional- und Stadtmaut) und Parkraumbewirtschaftung zur Finanzierung des Umweltverbundes.

Durch die *Beteiligung der Bevölkerung* auf allen Ebenen sowohl bei lokalen Maßnahmen als auch bei der Festlegung übergeordneter langfristiger Ziele wird ein demokratischer Konsens für die Verkehrswende erarbeitet. *Stadtlabore* ermöglichen die Erprobung neuer Konzepte und Innovationen und vermitteln Besuchern und Bevölkerung das Potenzial von technischen, baulichen, organisatorischen und finanziellen Lösungen (Randelhoff, 2016). Insbesondere die flächendeckende Einführung von durch Vernetzungstechnologie unumgänglichen *Tempolimits* auf Kraftfahrstraßen verflüssigen den Verkehr, fördern die Verbreitung leichter Fahrzeuge und führen durch vergleichsweise kürzere Bahnreisezeiten zu Verkehrsverlagerungen.

6 Szenario E-Straße-2035

Das Szenario E-Straße zeichnet sich insbesondere durch eine Dominanz des zwar elektrifizierten aber deutlich effizienteren motorisierten Straßenverkehrs aus. Mangels verlagerungsorientierter Gesetzgebung priorisieren die Schienenverkehrsanbieter kurzfristige eigenwirtschaftliche Interessen und steigern ihre Marktanteile gegenüber dem elektrifizierten Straßenverkehr, der große technologische Fortschritte macht, nur mäßig. Eine größere Diversität an Fahrzeugen und Zunahme elektrifizierter Zweiräder ermöglicht die Reduktion ihres durchschnittlichen Gewichts. Die durch die Digitalisierung erreichten höheren Besetzungsgrade wiederum senken die Nutzungskosten des Pkws trotz vereinfachtem Road Pricing stark (vgl. Hazan et al., 2016) und erhöhen zusätzlich die Effizienz pro Personenkilometer.

Kernelemente dieses Szenarios sind im *Personenfernverkehr* eine Ausweitung des zunehmend elektrifizierten Busverkehrs und eine schnelle Entwicklung des hochautomatisierten Fahrens auf für hochgradig besetzte und ausreichend automatisierte Fahrzeuge reservierten Autobahnspuren. Die *Effizienz* pro Personenkilometer steigt jedoch durch höhere Besetzungsgrade und eine größere Diversität an Fahrzeugen, welche sowohl den Premium-Markt als auch die neu entstehende Nachfrage nach günstigen Kleinfahrzeugen ähnlich dem schwedischen Uniti oder des Toyota i-Tril bedient (vgl. Schade u. a., 2014).

Die *Elektrifizierung* nimmt durch eine sukzessive Erhöhung der Mineralölsteuer, strengere Emissionsvorgaben bzw. Elektroquoten (Giesen, Fromm, 2016), günstige Elektrofahrzeuge aus Asien, ein staatlich gefördertes und von Großinvestoren finanziertes Schnellladepunktenetz (vgl. n-tv Nachrichtenfernsehen, 2016), die Entwicklung von induktiven Ladespuren, gesetzlich vorgeschriebene Ladepunkte für Neubauten und Betriebe sowie aufgrund von Druck seitens der Gewerkschaften (Automobilwoche, 2016b; dts Nachrichtenagentur, 2016) noch vor Ende der 2010er deutlich Fahrt auf. Als die Gesamtnutzungskosten schon Ende der 2010er Jahre zu Ungunsten der Verbrennungsmotoren kippen kommt es analog zur Verbreitung von Smartphones, Farb- und Flachbild-Fernsehern schlagartig zu einer Umkehr der Antriebsanteile unter Neufahrzeugen zugunsten von Elektro-PKW. Die verstärkte Nachfrage nach Traktionsbatterien beschleunigt deren technische Entwicklung und Preisverfall. Die Restkapazitäten ausgedienter Batterien werden als Spitzenlastreserve-Kraftwerke zusammengeschaltet.

Der *Straßengüterverkehr* wird ebenfalls elektrifiziert und automatisiert. Die Förderung des Schienenverkehrs hingegen wird weiterhin vernachlässigt.

Für die Steigerung der *Akzeptanz von Elektroautos und Kaufbereitschaft* sorgen insbesondere ihre höhere Reichweite durch schnell sinkende Batteriepreise, ihre kürzere Ladedauer, die massiv ausgebaute Lade-Infrastruktur und die konsequente Verfolgung des Ziels, die *Emissionen pro Pkw-Kilometer* deutlich zu reduzieren. So verbreiten sich die Elektrofahrzeuge zunächst im Dienst- und Mietfahrzeugsektor und diffundieren von dort in den individuellen Besitz. Die *Finanzierung* der Verkehrsträger verläuft ohne Quersubventionierung bzw. Umlagefinanzierung. Die *Schieneninfrastrukturplanung* zielt weiterhin auf Hochge-

schwindigkeit und kurzfristige Rentabilität ab. Die verkehrspolitische *Abstimmung mit Nachbarstaaten im Schienenverkehr* hinsichtlich Infrastrukturausbau und Zulassungs- und Betriebsbestimmungen scheitert weiterhin.

Elektrofahrzeuge sind zwar in der Anschaffung zunächst noch teurer als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor, allerdings sind die laufenden *Kosten* (Energieverbrauch, Service und Verschleiß) deutlich geringer, sodass Elektrofahrzeuge sich bei sinkenden Batteriepreisen bereits nach wenigen Jahren amortisieren (gegenüber vergleichbaren Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor). Durch die Förderung und Verbreitung elektrisch betriebener Dienstwagen- und Carsharingflotten auch in sozial benachteiligten Stadtteilen entsteht schnell ein niederschwelliger Gebrauchtwagenmarkt und die Vertrautheit mit Elektrofahrzeugen auch in sozial benachteiligten Gruppen (vgl. Patch.com, 2016). Der geteilten Elektromobilität haftet ein modernes *Image* ohne einschneidende Änderung des Lebensstils an, mit welchem sich die autoaffine Bevölkerung nach Überschreitung gewisser Schwellenwerte von Reichweite und Ausstattung mit Ladestationen und sinkenden Anschaffungskosten schnell anfreunden kann. In vom Umweltverbund schlecht angebundenen Gebieten schaffen sich Familien elektrifizierte Leichtbau-Pkw an.

Die *Standortwahl* von Wohnen und Arbeiten erfolgt weitgehend unabhängig vom Schienenpersonenverkehrsangebot. Die *globalen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen* zeichnen sich durch einen Anstieg der Mittelschicht in ländlichen Räumen aus. Auch Schwellenländer entwickeln Strategien für weniger Emissionen pro Pkw-Kilometer in Großstädten / Megacities und auch dort etablieren sich kurz- bis mittelfristig Carsharing-Modelle. Die *deutschen und europäischen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen* zeichnen sich durch eine Fülle an öffentlichen und privaten Mitteln für F&E des elektrifizierten Straßenverkehrs und für die Straßeninfrastruktur aus. Die alternde und wohlhabende *Bevölkerung in Europa* führt zu weniger Schülern und Berufstätigen und dadurch zu sinkender Auslastung öffentlicher Verkehrsmittel. Die im hohen Alter eingeschränkte Fahrtauglichkeit wird durch die zunehmende Automatisierung überkompensiert. Die Nutzung kleiner und leichter Elektrofahrzeuge bleibt für viele erschwinglich.

Auch in diesem Szenario entwickeln und integrieren sich die privaten und öffentlichen Mobilitätsdienstleister zu einem umfassenden, vernetzten und deutschland- sowie europaweit vertakteten *Mobilitätsverbund* mit jedoch weniger dichten ÖV-Netzen (500-800m bis zur nächst gelegenen Haltestelle) und nachfrage-orientiertem statt vertaktetem straßengebundenem öffentlichen Verkehr im ländlichen Raum.

Mangels verlagerungsorientierter *Gesetzgebung* priorisieren die Schienenverkehrsanbieter kurzfristige eigenwirtschaftliche Interessen. Im Straßenverkehr hingegen ermöglicht eine größere *Diversität an Fahrzeugen und Zunahme elektrifizierter Zweiräder* die Reduktion ihres durchschnittlichen Gewichts. Die durch die Digitalisierung erreichten höheren *Besetzungsgrade* wiederum senken die Nutzungskosten des Pkws trotz vereinfachtem Road Pricing stark (vgl. Hazan et al., 2016) und erhöhen zusätzlich die Effizienz pro Personenkilometer.

Die *Kosten* des Straßenverkehrs werden zum Teil weiterhin auf die Gesamtbevölkerung abgewälzt, wohingegen beim Schienenverkehr Kostenwahrheit nach dem Verursacherprinzip besteht. Die CO₂-basierte *Kfz-Besteuerung* hingegen reduziert insbesondere den Bestand an ineffizienten Fahrzeugen und verändert die Eigentumsverhältnisse zugunsten kapitalstarker Akteure. Die Automobilhersteller geraten zunehmend über Umweltaspekte und Leistungsbreite (Münstermann, 2016) in Wettbewerb, was eine positive Spirale um den ökologischsten Rundumanbieter auslöst. Der *Fahrzeugbesitz* wird durch Weiterentwicklung des Leasings und die Möglichkeit, Fahrzeuge für unbegrenzte Zeiträume zu mieten flexibilisiert (Auto-Medienportal.net, 2017). Trotzdem erreicht der Fahrzeugbesitz um 2020 seinen Höhepunkt (Johnson, Walker, 2016). Sinkende Führerscheinquoten werden durch den Aufschwung des *E-hailing* kompensiert, welche schon 2016 mit Monatsabonnements experimentieren (GetMobility, 2016), zunehmend mehrfach besetzt fahren (vgl. UberPool) und Mitte der 2020er zunehmend automatisiert werden.

Verkehrs- und Raumentwicklung bleiben eher getrennt von Finanz- und Förderinstrumentarien, Gesetzen und Verordnungen. Die Pendlerpauschale wird nur leicht modifiziert. Der Straßenverkehr wird durch Vernetzung sicherer und effizienter.

Multimodale Mobilitätsplattformen entstehen jenseits des Schienennetzes und entwickeln sich dadurch als dessen Konkurrenzangebot.

Der **Schienepersonenverkehr** stagniert oder wächst mäßig und leidet weiterhin unter einer schleppenden technischen Modernisierung und der Last der vollen Mehrwertsteuer. Ausschreibungen verlangen keine Vertaktung und Verknüpfung des Gesamtverkehrs. Der Schienepersonenfernverkehr bedient nur einen Teil der Oberzentren und einen noch kleineren Anteil der Mittelzentren. Interrail und Eurail führen weiterhin ihr Schattendasein.

Der **Schiengüterverkehr** modernisiert sich nur schleppend und bürokratische Hemmnisse und Tarifpolitik werden nur langsam abgebaut. Nur wenige Güterverkehrszentren werden neu eröffnet. Die kaum steigenden LKW-Mauteinnahmen werden für den Ausbau des elektrifizierten Straßengüterverkehrs eingesetzt.

Im **Geschäftsbereich** werden zwar Anreize zu mehr Multimodalität gesetzt, aber durch die mangelnde Bezahl-, Verrechn- und Versteuerbarkeit von Mobilitätsabonnements wie der Bahncard 100 dominieren weiterhin Dienstwagen.

Hochbahnen werden entlang überlasteter Straßenabschnitte eingesetzt, was durch Rebound-Effekte jedoch nur zu einer weiteren Zunahme des Straßenverkehrs führt.

Der *erste und letzte Kilometer* wird zunächst zunehmend von ride-hailing-Diensten (Uber, Lyft, etc.) und dann von automatisierten Elektro-Fahrzeugen übernommen.

Nach erfolgreichen Tests in Singapur (Ayre, 2016) werden schon Ende der 2010er Jahre zunächst *autonome Busse* und dann sogenannte *Robotaxen* auf *Umweltstreifen* eingeführt (vgl. Hars, 2016a, 2016b). Diese Umweltstreifen verdrängen den nicht- und niederautomatisierten motorisierten Individualverkehr zunehmend von der Straße. Der Schienenverkehr hingegen verschläft die Kostenreduktionspotentiale der Automatisierung, zieht sich auf die

rentabelsten Dienste zurück und betreibt selbst dynamische Mobilitätsdienstleistungen, die zunächst jedoch noch durch professionelle Fahrer oder Nutzer erbracht werden (vgl. flott-shuttle.de, spiri.io und Allygator Shuttle). Selbst die *Deutsche Bahn* scheut die hohen Investitionskosten (Wolfgangel, 2014). Die *Automatisierung* optimiert die Effizienz im Straßenverkehr durch Verkehrsverflüssigung und dynamische Routenwahl. High-end *Ausstattung* für individuell besessene Fahrzeuge sowie cloud-basierte *Individualisierung geteilter Fahrzeuge* erhöhen zusätzlich den Komfortvorteil des Pkw.

Maßgeschneiderte *fahrzeuggestützte Dienstleistungen* wie digitale Assistenten (vgl. Mercedes me und „biometrische Fahrzeuge“) und infotainment (Becker, 2016a, 2016b) unterstützen unter anderem bei der dynamischen Routenwahl, der Suche nach geeigneten Mitfahrenden und bei der Suche und Bezahlung von Parkplätzen mit und ohne Ladevorrichtung (vgl. ready to park+). Außerdem genießen sie durch die Vernetzung ihres Fahrzeugs mit diversen Dienstleistern wie Paketdiensten Vergünstigungen beim Paketempfang (vgl. Smart ready to drop) und verdienen durch die Mitnahme von Sendungen auf ihrer Strecke sogar noch Geld. Es kommt zu einer verstärkten Nutzung von *Carsharing*, wo Kunden, die am individuellen Besitz des Fahrzeugs festhalten, außerdem zu Prosumenten werden können, indem sie ihre Fahrzeuge wie bei Croove und Drivy weitervermieten (Automobilwoche, 2016a). Insbesondere in Vierteln mit gemischten Funktionen verdienen Stellplatzbesitzer tagsüber an den zur Verfügung gestellten Ladepunkten.

Schienenfahrzeuge werden zugunsten flexiblerer öffentlicher Fahrzeuge verschiedenster Größe aus dem *Straßenraum* verdrängt und unter die Erde verlegt, wodurch der Erlebniswert für die Kunden mangels Stadtbild deutlich sinkt.

Im *Fernverkehr* kommt es durch elektrifizierte, automatisierte und in Kolonne fahrende Lkw und Fernbusse zu niedrigeren Betriebskosten, die nur durch eine Erhöhung der Steuern und Gebühren zu einem Ende des Wachstums der Verkehrsleistung führen.

Maßnahmen zur Erreichung dieses Szenarios umfassen insbesondere diverse steuernde und *restriktive Maßnahmen zur Zurückdrängung insbesondere des niedrig besetzten Autoverkehrs* bei gleichzeitiger *Förderung der Attraktivität des nachhaltigen Straßenverkehrs und der Forschung und Entwicklung* in den Bereichen Ladetechnik, Batterien, Antriebskonzepte, Materialeffizienz und Leichtbau.

7 Internationale Entwicklungen in den Szenarien

Die deutsche Automobilindustrie produziert 2010 weniger als die Hälfte aller von ihr hergestellten Fahrzeuge in Deutschland und von diesen in Deutschland hergestellten Fahrzeugen (ca. 5,5 Millionen Pkw) wird nur rund ein Viertel in Deutschland verkauft (siehe auch Abbildung 5). Während die Produktionszahlen in Deutschland ebenso wie der davon in Deutschland abgesetzte Anteil ungefähr stabil bleiben dürften, wird zukünftig die im Ausland von deutschen Herstellern produzierte und abgesetzte Zahl an Fahrzeugen weiter zunehmen. Dies zeigt die wachsende Bedeutung der ausländischen Märkte und Produktionsstandorte für die deutsche Automobilindustrie. Auch wenn der Fokus unserer Beschäftigungsanalyse auf Deutschland und auf der Frage der nationalen Wirkungen verschiedener Strategien zur Erreichung nachhaltiger Mobilität liegt, müssen die Szenarien Aussagen zur Entwicklung der Mobilitätsmärkte in der EU und der übrigen Welt enthalten, um die zukünftige Beschäftigung in Deutschland realistisch einschätzen zu können.

Für Europa gehen wir davon aus, dass die für Deutschland in den Szenarien unterstellten Muster auch hier zu beobachten sein werden. D.h. setzt sich in Deutschland das Multi-Modalität-2035 Szenario durch, dann wird dies auch in diesen 29 europäischen Ländern gleichermaßen der Fall sein. Dominiert in Deutschland das E-Straße-2035 Szenario, dann gilt das auch in den übrigen Ländern. Länder die z.B. bereits einen besser ausgeprägten Schienenverkehr haben als Deutschland, wie die Schweiz, würden sich dann nicht mehr in diese Richtung weiterentwickeln.

Für die übrige Welt wird von den meisten Autoren eine drastische Zunahme der Motorisierung erwartet. Sperling und Gordon prognostizieren eine Zunahmen des globalen Bestandes an Pkw auf 2 Milliarden bis 2030 (Sperling, Gordon, 2009). Schade et al. rechnen ohne Einführung neuer Mobilitätskonzepte mit einem globalen Pkw-Absatz von 124 Millionen in 2030 (Schade u. a., 2014). Dies entspricht einer Verdopplung von Produktion und Absatz an Pkw in weniger als zwei Dekaden. Die tatsächlichen Absatzzahlen bis 2030 werden von zahlreichen Einflussfaktoren getriggert. Zu den wichtigsten Faktoren gehören globales Einkommenswachstum und -verteilung, die globale Urbanisierung, die globale Entwicklung innovativer Mobilitätskonzepte und der Ausbau der ÖV-Systeme. Je nach Entwicklung der Einflussfaktoren werden diese Pkw-Absatz- und Bestandszahlen tatsächlich erreicht oder aber auch deutlich unterschritten. Hinzu kommt die generell aber insbesondere auch bei höheren Absatzzahlen und protektionistischen Wirtschaftssystemen steigende Anforderung an lokale oder zumindest regionale Produktion in der Nähe der wachsenden Absatzmärkte, wie z.B. in China oder Indien. Durch die Variation dieser Einflussfaktoren ließen sich eine sehr große Zahl an verschiedenen Szenarien der Produktion von Fahrzeugen und Teilen in Deutschland mit Ziel Export und Weltmarkt außerhalb Europas generieren.

Die Entwicklung zahlreicher und detaillierte Szenarien des Weltautomobilmarktes ist aber nicht Ziel des Projektes. Vereinfachend und gut nachvollziehbar soll die globale Entwicklung außerhalb Europas durch zwei Globalszenarien abgedeckt werden, die je nach Welt-Region in den Szenarien integriert werden. Eine zielführende Definition der Globalszenarien lautet daher:

- Deutschland partizipiert ungefähr mit dem Wachstum des BIP des importierenden Landes / der Region (und ggf. auch der Pkw-Absatzzahlen) beim Export von Fahrzeugen und Teilen aus Deutschland in die Region. Zur Abschätzung der Effekte in den Modellen der anderen Arbeitspakete würde es hier genügen, eine passende Entwicklung des Wertes der Exporte abzuschätzen. Das könnte aber für die Kommunizierbarkeit schwierig sein. Daher sollte geprüft werden, ob zumindest Anzahlen von exportierten Fahrzeugen, Teilen und Sonstigem (z.B. Entwicklungsdienstleistungen) angegeben werden können.
- Deutsche Exporte wachsen unterproportional zum Wachstum des globalen BIP (und ggf. der Pkw-Absatzzahlen). Dies könnte daraus resultieren, dass deutsche Fahrzeuge weniger wettbewerbsfähig sind, deutsche Hersteller und Zulieferer beschleunigt ihre Produktion ohne nennenswerte Verankerung in Deutschland im Ausland aufbauen, oder dass die massive Einführung neuer Mobilitätskonzepte zu einer Verringerung der globalen Absatzzahlen gegenüber einem Szenario ohne innovative Mobilitätskonzepte führt.

Die Berücksichtigung der Globalszenarien des Automobilmarktes ist insbesondere von Bedeutung für die meso-ökonomische Betrachtung (sektoral, AP4) und die makro-ökonomische Betrachtung (dynamisch und gesamtwirtschaftlich, AP5).

8 Eckwerte der Szenarien im Vergleich

Das Leitbild Nachhaltiger Mobilität sowie die Beschreibung der Szenarien wurden mit dem Beirat des Projektes diskutiert. Darauf aufbauend wurden mit dem Beirat Eckwerte der zukünftigen Mobilität für die Szenarien festgelegt. Die Eckwerte umfassen Verkehrsleistung und Modalwahl im Personenverkehr sowie die Motorisierungsrate. Für die Referenz in 2015 beträgt die Motorisierung in Deutschland 540 PKW pro 1000 Einwohner. Die Verkehrsleistung mit motorisierten Verkehrsmitteln beläuft sich auf 1 180 Mrd. pkm. Die Modal-Split-Anteile inklusive nicht-motorisiertem Verkehr sind in Abbildung 10 dargestellt.

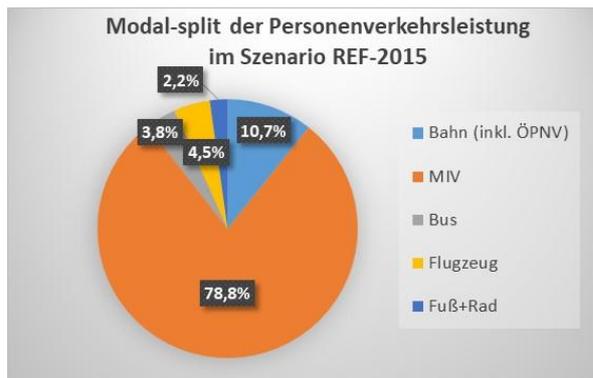


Abbildung 10: Modal-Split im Referenzszenario - Ausgangspunkt

Flugzeug nach ViZ-Abgrenzung

Quelle: eigene Berechnungen nach Verkehr in Zahlen (ViZ) und VDV-Statistiken

In beiden Szenarien wird für die Motorisierung durch die in der Szenario-Definition beschriebenen Trends eine deutliche Abnahme der Motorisierung erwartet: in E-Straße-2035 (ES-35) auf 400 PKW pro 1000 Einwohner und in Multi-Modalität-2035 (MM-35) auf 250 PKW pro 1000 Einwohner. Die Verkehrsleistung in ES-35 soll um 5% ansteigen bis 2035, während sie in MM-35 um 15% abnehmen soll. Die Aufteilung der modalen Anteile an der Verkehrsleistung ist in Abbildung 11 für beide Szenarien dargestellt. Durch die Verbesserung multimodaler Angebote und des Bahnsystems verdoppelt sich in ES-35 der Anteil der Bahn, des Bus- und des nicht-motorisierten Verkehrs, während der MIV-Anteil von knapp 79% auf 62% sinkt. In MM-35 verdreifacht sich der Bahnanteil in Anlehnung an die Szenarien des LivingRAIL Projekts (Doll et al. 2015), während der MIV auf 50% absinkt.

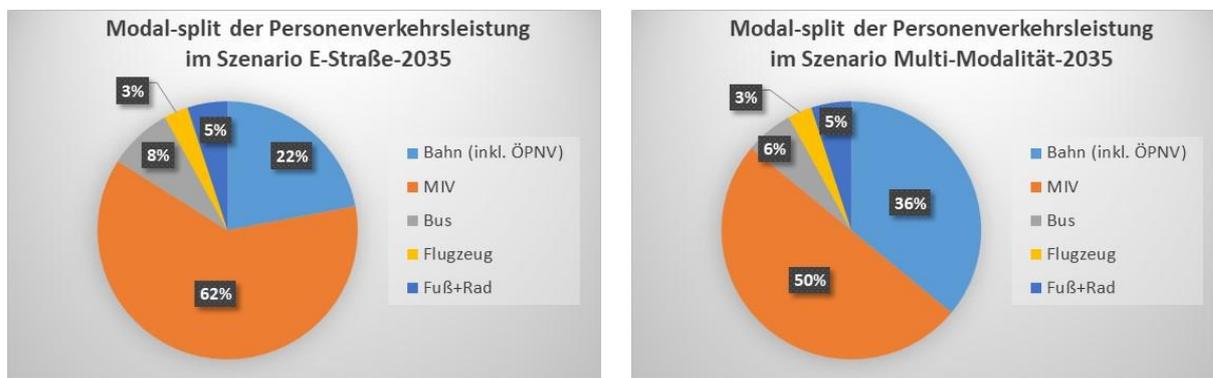


Abbildung 11: Modal-Split in den Szenarien ES-35 (links) und MM-35 (rechts)

Flugzeug nach ViZ-Abgrenzung

Quelle: eigene Berechnungen nach Verkehr in Zahlen (ViZ) und VDV-Statistiken

9 Anhang

9.1 Nachhaltigkeitsindikatoren aus Verkehrsperspektive

Neben der zitierten UBA-Studie (Gerlach et al. 2015) existieren zahlreiche weitere Indikatoren zur Messung des Fortschritts der Nachhaltigkeit in der Mobilität. Im Folgenden sind die Indikatoren des Victoria Transport Policy Institute (VTPI) und der Europäischen Umweltagentur (EEA) als weitere Beispiele vorgestellt.

Todd Litman, Direktor des Victoria Transport Policy Institute, hat 2011 einen Artikel über Indikatoren für umfassende und nachhaltige Verkehrsplanung veröffentlicht (Litman, 2011). Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die in dieser Hinsicht laut Litman zu beachtenden Auswirkungen des Verkehrs.

Tabelle 5: Auswirkungen des Verkehrs laut Litman

Wirtschaft	Gesellschaft	Umwelt
<ul style="list-style-type: none"> - Stau - Infrastrukturkosten - Verbraucherkosten - Mobilitätshindernisse - Unfallschäden - Erschöpfung nicht erneuerbarer Ressourcen 	<ul style="list-style-type: none"> - Gerechtigkeit / Fairness - Auswirkungen auf Mobilitätseingeschränkte - Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit - Gemeinschaftlicher Zusammenhalt - Lebensqualität - Ästhetik 	<ul style="list-style-type: none"> - Luftverschmutzung - Klimawandel - Lärm- und Wasserverschmutzung - Habitatverlust - Hydrologische Auswirkungen - Erschöpfung nicht erneuerbarer Ressourcen

Quelle: M-Five nach Litman 2011

Indikatoren können unterschiedliche Ebenen dieser Auswirkungen messen, welche in der folgenden Tabelle dargestellt sind.

Tabelle 6: Ebenen der Auswirkungen laut Litman

Ebene	Auswirkungen
Externe Trends	Bevölkerung, Einkommen, wirtschaftliche Aktivität, politischer Druck, etc.
Entscheidungsfindung	Planungsprozess, Bepreisungspolitik, Anliegerbeteiligung, etc.
Optionen und Anreize	Gestaltung und Nutzung der Infrastruktur, Verkehrsdienstleistungen, Preise, Benutzerinformation, etc.
Resonanz	Veränderungen der Mobilität, der Verkehrsträgerwahl, Emissionen, Unfälle, Raumentwicklungsmuster, etc.
Kumulative Auswirkungen	Umweltverschmutzung, Verkehrsgefährdungsniveau, allgemeine Zugänglichkeit, Verkehrskosten, etc.
Auswirkungen auf Mensch und Umwelt	Verschmutzungsexposition, Gesundheit, Verkehrsverletzungen und -tote, ökologische Produktivität, etc.
Wirtschaftliche Auswirkungen	Besitzverluste und Produktivitätsverluste infolge von Unfällen und ökologischer Degradation, erhöhte Verkehrskosten aufgrund reduzierter Zugänglichkeit
Wirkungsbewertung	Möglichkeit, spezifische Standards und Ziele zu erreichen

Quelle: M-Five nach Litman 2011

Aus diesen Auswirkungen lassen sich **Ziele** ableiten, die mit Indikatoren quantifiziert werden können. Litman plädiert dafür, vorzugsweise die Zugänglichkeit ins Visier zu nehmen, und dabei Reiseoptionen und Landnutzung zu berücksichtigen.

Laut Litman sind viele Auswirkungen am besten mit **relativen Indikatoren** zu bewerten, wie zum Beispiel zeitliche Trends, Vergleiche zwischen Gruppen oder Aktivitäten oder territoriale Vergleiche. So können sie reflektieren, ob Trends hinsichtlich der gesetzten Ziele als positiv oder negativ zu bewerten sind.

Referenzeinheiten sind Messeinheiten, die zwecks Vergleichbarkeit normalisiert wurden, wie z.B. pro Jahr, pro Kopf, pro km, pro Weg, pro Fahrzeugjahr oder pro €. Die Auswahl dieser Referenzeinheiten beeinflusst die Problemdefinition und die Priorisierung der Lösungen (Litman, 2011).

Bei der **Auswahl der Indikatoren** sollte laut Maureen Hart (1997) geprüft werden, ob sie unterschiedliche gesellschaftliche Gebiete wie insbesondere Kultur/Soziales, Wirtschaft, Bildung, Gesundheit, Wohnen, Lebensqualität, Politik, Bevölkerung, öffentliche Sicherheit, Erholung, Ressourcenverbrauch und Verkehr berücksichtigen (Litman, 2011). Außerdem erinnert Hart daran, dass Indikatoren nicht solche lokalen Fortschritte messen sollten, die auf Kosten der globalen Nachhaltigkeit gehen (Hart, 1997).

Die folgende Tabelle 7 gibt eine Übersicht über die wichtigsten, sowie über hilfreiche und spezialisierte Indikatoren sowie Indikatoren bezüglich Planungsprozessen und Markteffizienz.

Tabelle 7: Empfohlene Zusammenstellungen von Indikatoren laut Litman

	Wirtschaft	Gesellschaft	Umwelt
Wichtigste	<ul style="list-style-type: none"> - Mobilität pro Kopf in Tages- oder Jahreskilometern – Tageskilometer sind wohl anschaulicher - Verkehrsträgeranteile für PV und GV - Durchschnittliche Pendelzeit und Verlässlichkeit - Durchschnittliche GV-Geschwindigkeit und Verlässlichkeit - Staukosten pro Kopf - Gesamtausgaben pro Kopf für Verkehr 	<ul style="list-style-type: none"> - Unfälle und Unfalltote pro Kopf - Verkehrsqualität für benachteiligte Personen (Mobilitätseinschränkung, niedriges Einkommen, Kinder etc.) - Bezahlbarkeit: Anteil am Haushaltseinkommen - Allgemeine Zufriedenheit mit dem Verkehrssystem - Universelles Design 	<ul style="list-style-type: none"> - Energieverbrauch pro Kopf, disaggregiert nach Verkehrsträgern - Energieverbrauch pro Tonnenkilometer - Emissionen diverser Luftschadstoffe pro Kopf, disaggregiert nach Verkehrsträgern - Verkehrsfläche pro Kopf - Luft- und Lärmverschmutzungsexposition und Gesundheitsschäden - Anteil versiegelter Flächen und Sturmwasser Management
Hilfreiche	<ul style="list-style-type: none"> - relative Qualität hinsichtlich Verfügbarkeit, Geschwindigkeit, Verlässlichkeit, Sicherheit und Prestige nicht-automobiler Fortbewegungsarten im Verhältnis zu automobiler Fortbewegung - Anzahl öffentlicher Dienste innerhalb einer Laufradius von zehn Minuten und von Arbeitsplätzen innerhalb einer Pendelzeit von dreißig Minuten 	<ul style="list-style-type: none"> - Anzahl der Bewohner, die aus gesundheitlicher Hinsicht ausreichend laufen oder radeln (mind. 15 Minuten täglich) - Anteil der Kinder, die zur Schule laufen oder radeln - Gemeinschaftlicher Zusammenhalt (Qualität der Interaktionen zwischen Nachbarn) - Grad der Berücksichtigung kultureller Ressourcen in der Verkehrsplanung 	<ul style="list-style-type: none"> - Kommunale LIVABILITY Bewertungen - Wasserverschmutzungs-Emissionen - Schutz des Habitats - Nutzung erneuerbarer Kraftstoffe - Ressourceneffizienz von Verkehrsanlagen wie Einsatz erneuerbarer Materialien und energieeffizienter Beleuchtung
Spezialisierte	<ul style="list-style-type: none"> - Anzahl der Haushalte mit Internetanschluss - Veränderung von Immobilienwerten 	<ul style="list-style-type: none"> - Bezahlbarkeit des öffentlichen Verkehrs - Bezahlbarkeit des Wohnraums in zugänglicher Lage 	<ul style="list-style-type: none"> - Auswirkungen auf spezielle Habitate und ökologische Ressourcen - Effekte von Hitzeinseln
Planungsprozess	<ul style="list-style-type: none"> - Reichweite: Berücksichtigung aller signifikanten Auswirkungen, Anwendung modernster Evaluationsstandards - Inklusion: substantielle Beteiligung der Betroffenen, mit besonderer Bemühung der Beteiligung benachteiligter und vulnerabler Gruppen - Zugänglichkeits- statt mobilitätsorientiert - Anwendung intelligenter Wachstumspolitik 		
Markteffizienz	<ul style="list-style-type: none"> - Anteil der gesamten Verkehrskosten die effizient eingepreist sind - Neutralität hinsichtlich der Bepreisung, Besteuerung, Planung, Investments etc. bezüglich unterschiedlicher Verkehrsträger. Anwendung der kostengünstigsten Planung 		

Quelle: M-Five nach Litman 2011

Indikatoren können hinsichtlich Demographie (Einkommen, Beschäftigung, Geschlecht, Alter, physische Leistungsfähigkeit, Minoritätsstatus etc.), Geographie (städtisch, Ballungsraum, ländliche etc.), Zeit (Spitzen und Nebenzeiten, Tag und Nacht), Verkehrsart (Fuß, Rad, Transit etc.) und Zweck (kommerziell, Arbeit, Tourismus, Einkauf etc.) disaggregiert werden (Litman, 2011). Litman weist weiter darauf hin, dass für Gerechtigkeitsanalysen die Transportdienstqualität und die Kosten für benachteiligte Personen (mit eingeschränkter Mobilität, niedrigem Einkommen oder mit Kindern) besonders berücksichtigt werden sollten. In ähnlicher Weise sollte laut Litman auch die Zugänglichkeit der Grundversorgung (Verkehrsträger mit hohem sozialem Wert wie Notfall- und Dienstleistungsfahrzeuge, medizinische Dienste, Bildung, Beschäftigung etc.) besonders beachtet werden, indem gemessen wird, wie häufig Menschen solche Wege nicht bewältigen können.

Die Europäische Umweltagentur (EEA) hat 2015 eine neue Ausgabe ihrer alle fünf Jahre erscheinenden Evaluation ihrer integrierten Verkehrs- und Umweltpolitik der vorhergehenden fünfzehn Jahre veröffentlicht (European Environment Agency, 2015). Darin verwendet sie die zentralen Indikatoren ihres Transport und Umwelt Report-Mechanismus (TERM-CSIs für Transport and Environment Reporting Mechanism Core Set of Indicators):

TERM 01 — Gesamtenergieverbrauch des Verkehrs pro Kraftstoff in der EU-28

TERM 02 — Verkehrsbedingte Treibhausgasemissionen

TERM 03 — Verkehrsbedingte Luftschadstoffemissionen

TERM 04 — Verkehrsbedingte Überschreitung von Luftqualitätszielen

TERM 05 — Exposition und Störung durch Verkehrslärm

TERM 12 — Personenverkehrsvolumen und Verkehrsträgeranteile

TERM 13 — Frachtverkehrsvolumen und Verkehrsträgeranteile

TERM 20 — Reale Veränderung der Verkehrskosten je Verkehrsträger

TERM 21 — Kraftstoffsteuerraten

TERM 27 — Energieeffizienz und spezifische CO₂-Emissionen

TERM 28 — Spezifische Luftschadstoffemissionen

TERM 31 — Anteil erneuerbarer Energie im Verkehrssektor

TERM 33 — Durchschnittliches Flottenalter

TERM 34 — Flottenanteil je alternativem Kraftstofftyp

Der Stand für 2016 der Entwicklung dieser zentralen Indikatoren wurde zuletzt im Dezember 2016 veröffentlicht (European Environment Agency, 2016).

9.2 Nachhaltigkeitsindikatoren aus sozialer und ökonomischer Perspektive

Eine Fülle von Indikatoren ermöglicht es, die langfristigen Wirkungen heutigen Handels zu evaluieren (World Future Council, 2015).

Das UBA hat im Rahmen der Beratung des Beitrags zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie außerdem folgende Quellen für weitere Indikatoren zur Messung der gesellschaftlichen Wohlfahrt, der Entkopplung, sowie zu den Themenfeldern Unfälle und finanzielle Nachhaltigkeit aufgelistet (Tabelle 8, Tabelle 9 und Tabelle 10).

Tabelle 8: Indikatoren zur Messung der gesellschaftlichen Wohlfahrt

Quelle	Indikator
Indikatoren, die auf Teile des BIP fokussieren, die am ehesten verkehrserzeugend sind	
DEFRA 2010, S. 22	Konsumausgaben der privaten Haushalte (für Personenverkehr)
Stead 2001, S. 40	Kaufkraft der Haushalte bzw. durchschnittliches Einkommen
Stead 2001, S. 40	Output bzw. Bruttowertschöpfung der Industrie
Schneider u.a. 2006, S. 56	BIP, abzüglich der Wertschöpfung der Verkehrsbranche sowie der Exporte
Angepasste, Nachhaltigkeitsaspekte berücksichtigende Wohlfahrtsindizes	
Diefenbacher u.a. 2013	Nationaler Wohlfahrtsindex (NWI)
Stead 2001, S. 39; UNEP 2011, S. 35	Genuine savings
	ISEW (Index of Sustainable Economic Welfare)
	Genuine progress indicator
Indikatoren zur direkten Messung von Wohlbefinden, bzw. Lebensqualität	
UNEP 2011, S. 35	UNEP 2011, S. 35
Steinberger; Roberts 2010; UNEP 2011, S. 35	Steinberger; Roberts 2010; UNEP 2011, S. 35
Steinberger; Roberts 2010	Steinberger; Roberts 2010

Quelle: Gerlach et al. 2015

Tabelle 9: Indikatoren zur Messung der Entkopplung

Institution, Quelle	Indikator
Nationale und supranationale Nachhaltigkeitsstrategien	
Deutschland, Schweiz	- Transportintensität (tkm/BIP; Pkm/BIP)
Großbritannien (Indikatorenset 2010): DEFRA 2010	- Keine Bildung von Effizienzindikatoren, dafür gemeinsame Darstellung der Wirkungen und der Entwicklung des BIP, z. B.: - Entwicklung der Güterbeförderungsleistung (tkm) und des BIP - Entwicklung der CO ₂ , NO _x , PM ₁₀ Emissionen und des BIP - Entwicklung Pkw-km, CO ₂ -Emissionen und der Kaufkraft der Haushalte
Großbritannien (Indikatorenset 2013): DEFRA 2013	- Indikatorenset enthält keine direkten Entkopplungsindikatoren mehr, Fokus liegt auf den absoluten Umweltwirkungen (Lärm, CO ₂ , Luftqualität),
EU level 1-Indikator	- Gesamtenergieverbrauch des Verkehrs im Verhältnis zum BIP
Mobilitätsspezifische Nachhaltigkeitsindikatorensysteme	
TERM: EEA 2012	- Im TERM-Kernindikatorensystem ist kein direkter Entkopplungsindikator enthalten, dafür verschiedene Indikatoren zur Entwicklung der absoluten Umweltwirkungen und der Verkehrsleistungen sowie Modal-Split-Anteile
Vorschläge nichtstaatlicher Organisationen und der Wissenschaft	
Schneider u. a. 2006	- Fahrleistung (Fzkm oder Zugkm) je BIP - verkehrliche CO ₂ -Emissionen/BIP - verkehrliche Luftschadstoffemissionen/BIP
UNEP 2011, S. 111; Zhang; Wang 2013	- Entkopplungsindex (DI): Veränderungsrate Aufwandsgröße / Veränderungsrate „Nutzengröße“; aus dem Ergebnis lässt sich leicht ablesen, ob 1. Entkopplung stattfindet (DI <1) oder nicht (DI >=1) 2. Diese Entkopplung relativ (0 <DI <1) oder 3. absolut (DI <=0) ist - Nur bei absoluter Entkopplung sinken die absoluten Umweltwirkungen
De Ceuster u. a. 2005	- Spezifische Verkehrsleistung (tkm/t bzw. Pkm/Kopf)
Litman 2013, Castillo; Pitfield 2010	- Transportvolumen (tkm bzw. Pkm)
Litman 2009	- Energieverbrauch je tkm
Zito; Salvo 2011	- Energieverbrauch je MIV-km bzw. ÖV-km
Haghshenas; Vaziri 2012	- Energieverbrauch im Verkehr pro Kopf

Quelle: Gerlach et al. 2015

Tabelle 10: Potentielle Indikatoren im Handlungsfeld Unfälle

Institution, Quelle	Indikator
Nationale und supranationale Nachhaltigkeitsstrategien, mobilitätsspezifische Indikatorsysteme	
DEFRA 2010	- Anzahl im Straßenverkehr getöteter und schwerverletzter Personen sowie Kinder
TERM EEA 2012	- Anzahl der Verkehrstoten
Vorschläge nichtstaatlicher Organisationen und der Wissenschaft	
Gudmundsson; Sørensen 2013; Bongardt u. a. 2011; Castillo; Pitfield 2010	- Anzahl von Todesfällen im (Straßen)verkehr - Anzahl (schwer)verletzter Personen im (Straßen)verkehr
Social Exclusion Unit 2003; Hesse u. a. 1999; Rahman; van Grol 2005	- Jährlich getötete zu Fuß gehende Kinder je 1000 Einwohner - Getötete nach Alter sowie Anteil Senioren und Kinder an den Getöteten - Anzahl der jährlich getöteten und schwerverletzten Menschen nach Altersgruppen je 1000 Menschen der jeweiligen Altersgruppe - Getötete nach Art der Verkehrsteilnahme (Modus, MitfahrerIn/FahrerIn) sowie Anteil der Modi an den Getöteten
Zito; Salvo 2011; Litman 2013; Hesse u. a. 1999	- Anzahl von Todesfällen im (Straßen)verkehr je 10.000 Einwohner - Anzahl (Schwer)verletzter je 10.000 Einwohner
Litman 2013; Rahman; van Grol 2005 Sayeg; Starkey; Huizenga 2013	- Unfallkosten pro Kopf - Unfallkosten nach Verkehrsträger - Anteil der Unfallkosten am Bruttosozialprodukt
Rahman; van Grol 2005	- Anzahl der jährlichen Unfälle mit Wildtieren nach Verkehrsträger
Rahman; van Grol 2005	- Bei Unfällen freigesetzte Schadstoffe nach Verkehrsträgern und nach Schadstoffart

Quelle: Gerlach et al. 2015

10 Referenzen

- ADAC (2017): „ADAC Umfrage zur ÖPNV-Nutzung | ADAC“. Abgerufen am 22.03.2017 von https://www.adac.de/infotestrat/adac-im-einsatz/motorwelt/oepnv_umfrage.aspx.
- Auto-Medienportal.net (2017): „Smart vermietet seine Autos bis zu drei Monate - Auto-Medienportal.Net“.
- Automobilwoche (2016a): „Daimler: Neuer Carsharing-Dienst startet“. *Automobilwoche.de*. Abgerufen am 10.11.2016 von <http://www.automobilwoche.de/article/20161110/NACHRICHTEN/161119996/daimler-neuer-carsharing-dienst-startet>.
- Automobilwoche (2016b): „IG Metall: Autoindustrie muss bei CO2-Grenzwerten in die Offensive“. *Automobilwoche.de*. Abgerufen am 22.03.2017 von <http://www.automobilwoche.de/article/20161109/NACHRICHTEN/161109925/ig-metall-autoindustrie-muss-bei-co-grenzwerten-in-die-offensive>.
- Ayre, James (2016): „Singapore Launching Autonomous Bus Pilot Program In Jurong West“. *CleanTechnica*. Abgerufen am 02.12.2016 von <https://cleantechnica.com/2016/10/21/singapore-launching-autonomous-bus-pilot-program-jurong-west/>.
- BBSR im BBR (2017): *Wirtschaftliche Auswirkungen von guter Erreichbarkeit und schnellem Internet*. Bonn.
- bcs Bundesverband CarSharing e.V. (o. J.): „Aktuelle Zahlen und Daten zum CarSharing in Deutschland“. Abgerufen am 19.01.2017 von <http://carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-zahlen>.
- Becker, Analyse von Joachim (2016a): „Eine Industrie im Wandel: Vom Autohersteller zur Software-Company“. *sueddeutsche.de*. 5.8.2016.
- Becker, Joachim (2016b): „Neue Interieur-Studien: Autos werden zum mobilen Zuhause“. *sueddeutsche.de*. 20.12.2016.
- BMVI (2015): *Machbarkeitsstudie zur Prüfung eines Deutschland-Takts im Schienenverkehr*.
- Brundtland, Gro Harlem; Khalid, M. (1987): „Our common future“. In: *New York*.
- Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2016): „Kosten und Nutzen des Verkehrs“. Abgerufen am 22.02.2017 von <https://www.are.admin.ch/are/de/home/verkehr-und-infrastruktur/grundlagen-und-daten/kosten-und-nutzen-des-verkehrs.html>.
- Bundeszentrale für politische Bildung / bpb (2011): „Informationen zur politischen Bildung Nr. 282/2011 Bevölkerungsentwicklung“. Abgerufen am 23.01.2017 von <https://www.bpb.de/system/files/pdf/AM265J.pdf>.
- dts Nachrichtenagentur (2016): „IG Metall: Deutsche Autoindustrie braucht höheres Innovationstempo“. *FinanzNachrichten.de*. Abgerufen am 08.11.2016 von <http://www.finanznachrichten.de/nachrichten-2016-11/39083876-ig-metall-deutsche-autoindustrie-braucht-hoeheres-innovationstempo-003.htm>.

- Doll, C., E. Dönitz, D. Fiorello, D. Jaroszweski, A. Ulled, O. Biosca, F. Jürgens, A. Klečina, A. Peters, J. Köhler, A. Kühn (2015): *The LivingRAIL Railmap 2050*. LivingRAIL Deliverable 5.1. EC FP7, Fraunhofer ISI, Karlsruhe.
- Dudenhöffer, Ferdinand (2016): *Wer kriegt die Kurve? Zeitenwende in der Autoindustrie*. Frankfurt New York: Campus Verlag. — ISBN: 978-3-593-50607-4
- Einig, Klaus; Siedentop, Stefan (2007): *Siedlungsstruktur und Berufsverkehr*. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung.
- Erhard, Johannes; Reh, Werner; Treber, Manfred; u. a. (2014): *Klimafreundlicher Verkehr in Deutschland*.
- European Environment Agency (2015): *Evaluating 15 years of transport and environmental policy integration TERM 2015: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe*. Luxembourg: Publications Office. — ISBN: 978-92-9213-713-7
- European Environment Agency (2016): *Transitions towards a more sustainable mobility system. TERM 2016: Transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe*. (Nr. 34/2016) Kopenhagen.
- Ford (2015): *We-Mobility – Eine Trendstudie über Millennials und die Bedeutung der Mobilität für die Gemeinschaft*.
- Garikapati, Venu M.; Pendyala, Ram M.; Morris, Eric A.; u. a. (2016): „Activity patterns, time use, and travel of millennials: a generation in transition?“. In: *Transport Reviews*. 36 (5), S. 558–584, DOI: 10.1080/01441647.2016.1197337.
- Gehl, Jan (2015): *Städte für Menschen*. 2. Auflage. Berlin: Jovis. — ISBN: 978-3-86859-356-3
- Generalversammlung der Vereinten Nationen (2015): „Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“.
- Gerlach, Julia; Hübner, Susan; Becker, Thilo; u. a. (2015): *Entwicklung von Indikatoren im Bereich Mobilität für die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie*. Dessau-Rosslau: Umweltbundesamt.
- GetMobility (2016): „Lyft testet Monatsticket mit vergünstigten Fahrpreisen“. *GetMobility.de - Innovative Mobilität, Transport, Beförderung*. Abgerufen am 02.12.2016 von <http://getmobility.de/20161116-lyft-monatsticket/>.
- Giesen, Christoph; Fromm, Thomas (2016): „Entsetzen über chinesische Elektroquote - Wirtschaft - Süddeutsche.de“. Abgerufen am 23.11.2016 von <http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/e-autos-deutsche-automobilhersteller-sind-entsetzt-ueber-chinesische-elektroquote-1.3228492>.
- Grimm, Katharina (2017): „Bahn, Bus, Auto: Deutschlands Städte stecken im Mobilitätsdilemma“. *stern.de*. Abgerufen am 23.01.2017 von <http://www.stern.de/7263042.html>.
- Hars, Alexander (2016a): „Baidu expects autonomous buses to become first wave of self-driving vehicles | Driverless car market watch“.
- Hars, Alexander (2016b): „Top misconceptions of autonomous cars and self-driving vehicles | Driverless car market watch“.

- Hart, Maureen (1997): „Evaluating indicators: A checklist for Communities“. In.:
- Hazan et al., Joël; BCG (Hrsg.) (2016): „Will Autonomous Vehicles Derail Trains?“. In.:
- Hecht, Markus; Schwedes, Oliver (2016): „Die Bahn als integriertes Gesamtsystem“. In.:
- Heineberg, Heinz (2006): *Stadtgeographie*. 3., aktualisierte und erw. Aufl. Paderborn: Schöningh (UTB Geographie). — ISBN: 978-3-8252-2166-9
- Hradil, Stefan (2006): *Die Sozialstruktur Deutschlands im internationalen Vergleich*. 2. Aufl. Wiesbaden: VS, Verl. für Sozialwiss. — ISBN: 978-3-531-14939-4
- Huber, Thomas; Rauch, Christian; Volk, Sarah (2011): *Die Zukunft der Mobilität - 2030: das Zeitalter der Managed Mobilität*. Kelkheim: Zukunfts-Inst. — ISBN: 978-3-938284-61-2
- Hüsing, Martin (1999): *Die Flächenbahn als verkehrspolitische Alternative*. Wuppertal: Wuppertal-Inst. für Klima, Umwelt, Energie (Wuppertal spezial). — ISBN: 978-3-929944-18-1
- Institut für Mobilitätsforschung (2013): *Mobility Y – The Emerging Travel Patterns of Generation Y*. München.
- Jacobi, Mike (2014): „The „On-Demand Economy“ Is Revolutionizing Consumer Behavior — Here’s How“. *Business Insider*. Abgerufen am 28.09.2016 von <http://www.businessinsider.com/the-on-demand-economy-2014-7>.
- Johnson, Charlie; Walker, Jonathan (2016): *Peak Car Ownership: The Market Opportunity of Electric Automated Mobility Services*.
- Kappus, Jürgen; Klußmann, Andrea; Schmied, Martin; u. a. (2013): „Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie und Steigerung der Energieeffizienz im öffentlichen Personennahverkehr“. In.:
- Karlsruher Institut für Technologie / KIT (2016): „Deutsches Mobilitätspanel (MOP) – Wissenschaftliche Begleitung und Auswertungen Bericht 2015/2016: Alltagsmobilität und Fahrleistung“. Abgerufen am 24.01.2017 von http://mobilitaetspanel.ifv.kit.edu/downloads/Bericht_MOP_15_16.pdf.
- Litman, Todd Alexander (2011): *Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning*.
- Mager, T. J. (2014): „*Mobilität fuer die Stadt der Zukunft*“: kommt nach der Energie- und die Verkehrswende? o.V. — ISBN: 978-3-940685-04-9
- Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (2014): *Zielkonzept 2025 für den Schienenpersonennahverkehr (SPNV) in Baden-Württemberg*.
- Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg (2015): „Bahnen und Busse für Baden-Württemberg. Baden-Württemberg auf dem Weg zur Mobilitätsgarantie“.
- Monheim, Heiner; Monheim-Dandorfer, Rita (1990): *Strassen für alle: Analysen und Konzepte zum Stadtverkehr der Zukunft*. Hamburg: Rasch und Röhling. — ISBN: 978-3-89136-368-3
- MOVE, DG (2014): „Update of the handbook on External Costs of Transport““. In: *DG MOVE*.

- Münstermann, Kerstin (2016): „So stellt sich die deutsche Autoindustrie die Zukunft vor“. WAZ. Abgerufen am 27.09.2016 von <http://www.derwesten.de/wirtschaft/so-stellt-sich-die-deutsche-autoindustrie-die-zukunft-vor-id11904427.html>.
- n-tv Nachrichtenfernsehen (2016): „Durchbruch für E-Autos?: Autohersteller planen Ladestationen“. *n-tv.de*. Abgerufen am 02.12.2016 von <http://www.n-tv.de/wirtschaft/Autohersteller-planen-Ladestationen-article19206871.html>.
- Patch.com (2016): „Electric Car Sharing Is Coming to Los Angeles“. *Northridge-Chatsworth, CA Patch*. Abgerufen am 13.03.2017 von <http://patch.com/california/studio-city/electric-car-sharing-coming-los-angeles>.
- Puls, Thomas (2013): *Externe Kosten des Straßenverkehrs in Deutschland. Aufdatierung für 2010*.
- Rammler, Stephan (2014): *Schubumkehr-Die Zukunft der Mobilität*. S. Fischer Verlag. — ISBN: 3-10-403061-8
- Schade, Wolfgang; Peters, Anja; Doll, Claus; u. a. (2011): *VIVER - Vision für nachhaltigen Verkehr in Deutschland*. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI).
- Schade, Wolfgang; Zanker, Christoph; Kühn, André; u. a. (2014): *Sieben Herausforderungen für die deutsche Automobilindustrie: strategische Antworten im Spannungsfeld von Globalisierung, Produkt- und Dienstleistungsinnovationen bis 2030*. Berlin: Edition Sigma (Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag). — ISBN: 978-3-8360-8140-5
- Schwedes, Oliver (2011): *Verkehrspolitik*. Springer. — ISBN: 3-531-92843-0
- SPD Bundestagsfraktion (2016): „Mehr Verkehr auf die Schiene – die Politik ist am Zug“.
- Sperling, Daniel; Gordon, Deborah (2009): *Two billion cars: driving toward sustainability*. Oxford ; New York: Oxford University Press. — ISBN: 978-0-19-537664-7
- Statistisches Bundesamt (2015): „Bevölkerung Deutschlands bis 2060 - 13. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung“. Abgerufen am 22.01.2017 von https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/VorausberechnungBevoelkerung/BevoelkerungDeutschland2060Presse5124204159004.pdf;jsessionid=72C797EC7A1379401255635E66C9A488.cae3?__blob=publicationFile.
- Strubelt, W.; Gatzweiler, H. P. (2002): „Bahn in der Fläche: Top oder Flop?“. In: *Informationen zur Raumentwicklung*.
- Süddeutsche.de (2017): „Wenn der Computer den Zug steuert“. Abgerufen am 10.03.2017 von [about:reader?url=http%3A%2F%2Fwww.sueddeutsche.de%2Fwirtschaft%2Ffahrerlose-zuege-wenn-der-computer-den-zug-steuert-1.3403500-2](http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/fahrerlose-zuege-wenn-der-computer-den-zug-steuert-1.3403500-2).
- Thoma, Felix (2014): „Integraler Taktfahrplan (ITF) – von der Schweiz auf Deutschland übertragbar? » Zukunft Mobilität“.
- VCD Bundesverband (2014): „VCD-Position: VCD für einen starken Öffentlichen Verkehr“. Abgerufen am 11.10.2016 von https://www.vcd.org/fileadmin/user_upload/Redaktion/Publikationsdatenbank/Oeffentlicher_Personennahverkehr/VCD_Position_Starker_oeffentlicher_Verkehr_2014.pdf.
- Victoria Transport Institute (2011): „Transportation Cost and Benefit Analysis“. Abgerufen am 22.02.2017 von <http://www.vtpi.org/tca/>.

- Wolfgangel, Eva (2014): „Mobilität: Meinung: Autonomie für den Zugverkehr!“. Abgerufen am 07.10.2016 von <http://www.spektrum.de/news/meinung-autonomie-fuer-den-zugverkehr/1317695>.
- World Future Council (2015): „Measuring the Long Term“. *World Future Council*. Abgerufen am 22.02.2017 von <https://www.worldfuturecouncil.org/de/measuring-long-term/>.
- Würdemann, G. (2004): „Raumordnung und (Bundes-) Verkehrswegeplanung im 21. Jahrhundert“. In: *Informationen zur Raumentwicklung*, H. 6.