ifmo
Institut für Mobilitätsforschung

DIE ZUKUNFT DER MOBILITÄT

Szenarien für Deutschland in 2035

Peter Phleps, Irene Feige, Kerstin Zapp

HERAUSGEBER
Institut für Mobilitätsforschung
Eine Forschungseinrichtung der BMW Group
80788 München
www.ifmo.de

AUFTRAGNEHMER
Kerstin Zapp – freie Fachjournalistin, Hamburg
Prognos AG, Basel und München
Inovaplan GmbH, Karlsruhe
Fraunhofer AG
Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe
Institut für Materialfluss und Logistik (IML), Prien am Chiemsee
Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB), Karlsruhe

LAYOUT UND DESIGN
exsample, Bernhard Moosbauer, exsample.org

FOTOGRAFIE
Titel: 123rf.com
Seite 70-71: Dirk Vorderstraße, dirk-vorderstrasse.de
Alle anderen: exsample, Bernhard Moosbauer, exsample.org

DRUCK
Druckerei Humburg, Berlin

COPYRIGHT
© 2015 ifmo, München
Die Studie einschließlich all ihrer Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Instituts für Mobilitätsforschung unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort		VIII
Danksagung		IX
Zusammenfassung		XI
Kapitel 1	Einleitung	1
	Ziel der Studie	2
	Warum Szenarien?	3
	Entstehung der Szenarien	6
	Neu dabei: Einstellungen zu Mobiltät	7
	Aufbau des Berichts	10
Kapitel 2	Szenarioübergreifende Entwicklungen	13
	Demografie	14
	Wirtschaft	16
	Energie	16
	Verkehrspolitik	18
	Einstellungen	20
Kapitel 3	Szenario „Musterschüler“	23
Kapitel 4	Szenario „Mut zur Lücke“	45
Kapitel 5	Trendbruchereignisse	63
	Das Unwahrscheinliche für möglich halten	64
	Wachstumseinbruch in China	64
	Fahrerlos durch Deutschland	66
	E-Mobilität als Massenbewegung	68

Kapitel 6	Auswirkungen und Schlussfolgerungen	71
Anhang A	Historische Entwicklung der Einflussbereiche	75
	Demografie	76
	Wirtschaft	78
	Energie	82
	Verkehrspolitik	85
	Einstellungen	89
Anhang B	Methodisches Vorgehen	93
	Schritt 1: Auswahl der Einflussbereiche und Deskriptoren	96
	Schritt 2: Entwicklung von Projektionen	98
	Schritt 3: Verknüpfung der Deskriptoren	102
	Schritt 4: Auswahl der Rohszenarien	104
	Schritt 5: Beschreibung der Szenarien	108
	Schritt 6: Ableitung von Konsequenzen für die Mobilität	108
Anhang C	Liste der Experten	111
Referenzen		114
Abbildungen und Tabellen		116
Abkürzungen		117

Geleitwort

Vor 15 Jahren begann das ifmo erstmalig Szenarien zur Zukunft der Mobilität in Deutschland zu entwerfen – damals für das Jahr 2020. Wir haben Bilanz gezogen, welche der in den Szenarien aufgezeigten Entwicklungen tatsächlich eingetroffen sind. Es zeigt sich, dass sämtliche Mobilitätsentwicklungen innerhalb der damals dargestellten Bandbreiten liegen. Dies deutet auch auf eine erstaunliche Stabilität unseres Gesellschafts-, Wirtschafts- und Transportsystems hin.

In dieser Tradition schreibt das ifmo die Szenarien nun zum dritten Mal fort. Wir setzen dabei sowohl bei der Auswahl der Szenario-Experten als auch der gewählten Einflussfaktoren auf Kontinuität zu den Vorgängerstudien. Was erwarten wir von dieser Fortschreibung? Weitestgehend Kontinuität der Entwicklungen, die in den Vorgängerstudien aufgezeigt wurden, oder gehen wir von Trends aus, die gänzlich andere Wege aufzeigen? Gibt es Veränderungen, die fünf Jahre zuvor noch nicht gesehen wurden? Verstärken sich Trends, die damals noch als Nischenthemen abgetan wurden und heute als großflächige Zukunftstrends berücksichtigt werden?

Eines ist klar: Die Veränderungsgeschwindigkeit im Bereich der Mobilität und ihren Einflussumfeldern ist heute sehr groß. Neben neuen flexiblen Mobilitätsdienstleistungen, die den Markt insbesondere in urbanen Räumen neu strukturieren, verändern sich auch Mobilitätsprodukte so rasant wie nie zuvor. Sowohl das Kernstück der Fahrzeuge, die Antriebstechnologie, als auch die Zusatzausstattungen bis hin zum autonomen Fahren sind einer so großen Dynamik ausgesetzt, dass die Produkte der Zukunft sich viel deutlicher von den heutigen unterscheiden werden als sich die aktuellen Produkte von zwanzig Jahre alten Fahrzeugen differenzieren.

Mit dem gesamthaften, interdisziplinären und verkehrsträgerübergreifenden Ansatz, den das Institut für Mobilitätsforschung im Rahmen seiner Arbeit verfolgt, können gerade diese hohen Unsicherheiten, die die Zukunft der Mobilität heute stärker denn je mit sich bringt, beantwortet werden.

Wir wünschen eine anregende Lektüre!

Oliver Zipse

Leiter Konzernplanung und
Produktstrategie, BMW Group
Mitglied des ifmo-Kuratoriums

Dr. Irene Feige

Leiterin Institut für Mobilitätsforschung

Danksagung

Die Entwicklung von Szenarien ist ein komplexer, aufwändiger Prozess. Die Methode basiert primär auf der Einschätzung von Experten, wie sich ihrer Meinung nach ausgewählte Faktoren in der Zukunft entwickeln könnten. An dieser Studie waren insgesamt 55 Experten beteiligt, die in sechs Workshops die Grundlagen für die ausformulierten Szenarien geschaffen haben. Für ihren interdisziplinären wissenschaftlichen Input aus der aktuellen Forschung sowie für die Praxiserfahrungen der beteiligten Industrievertreter möchten wir uns herzlichst bedanken.

Ebenso danken wir den beauftragten Partnern unseres Kernteams, bestehend aus Vertretern von Prognos, Inovaplan und von einigen Fraunhofer-Instituten, die durch ihren unermüdlichen Einsatz wesentlich zum Erfolg der Studie beigetragen haben.

Und schließlich gilt unser besonderer Dank dem ifmo-Kuratorium, das uns sowohl durch Entsendung von Experten zu den Szenarioworkshops als auch inhaltlich bei der Aufsetzung und Ausarbeitung der Studie unterstützt hat.

Zusammenfassung

„Es kommt nicht darauf an, die Zukunft zu wissen, sondern auf die Zukunft vorbereitet zu sein.“ (Perikles[1])

[1] Perikles, geboren vor oder um 490 v. Chr., gestorben 429 v. Chr., athenischer Politiker und Heerführer im antiken Griechenland

Zusammenfassung

Das Institut für Mobilitätsforschung (ifmo) hat seine Szenarien zur Zukunft der Mobilität in Deutschland ein drittes Mal fortgeschrieben. Die Forschungsfrage dieser Studie lautet: „Wie könnte die Mobilität in Deutschland im Jahr 2035 aussehen?" Dabei geht es um alle Formen der Personenmobilität in Deutschland, beeinflusst durch die Bereiche Demografie, Wirtschaft, Energie, Verkehrspolitik, Technologie und Einstellungen.

Natürlich wird sich die Mobilität in den nächsten zwanzig Jahren verändern. Wie die Menschen sich 2035 in Deutschland bewegen werden, ist allerdings nicht mit Bestimmtheit vorherzusagen. Um möglichst ein breites Spektrum von plausiblen Möglichkeiten zu erarbeiten, haben wir uns wieder für die Erstellung von Szenarien entschieden statt für lineare Fortschreibungen oder Modellierungen, die stark auf Vergangenheitswerten basieren.

Die beiden ausgewählten Szenarien „Musterschüler" und „Mut zur Lücke" beschreiben zwei unterschiedliche Bilder, wie das Leben in Deutschland im Jahr 2035 aussehen könnte, und speziell, wie die Menschen mobil sein könnten. Sie sind unter anderem durch die differierende Lebenseinstellung und die voneinander abweichende Bedeutung von Kosten geprägt. Die Szenarien unterscheiden sich klar im Wanderungssaldo, der Arbeitslosenquote und der Erwerbsquote Älterer. Diese Entwicklungen haben gemeinsam großen Einfluss auf die Ausprägung des demografischen Wandels. Sie ist aber jeweils verschieden, was sich wiederum deutlich auf die jeweilige Personenverkehrsleistung auswirkt. Sie ist rückläufig, doch ist der Rückgang im Szenario „Musterschüler" nur leicht, in „Mut zur Lücke" dagegen erheblich. Darüber hinaus ist beispielsweise die jeweilige Verbreitung der Elektromobilität, die vor allem durch technische Entwicklungen bestimmt ist, sehr unterschiedlich. Gleich ist, dass in beiden Szenarien öffentlicher Verkehr, Fahrradverkehr und die Fortbewegung zu Fuß Anteile am Modal Split gewonnen haben.

Eine gleichbleibend niedrige Geburtenrate, eine leicht sinkende Haushaltsgröße, geringere inländische Wanderungsbewegungen, eine wachsende Frauenerwerbsquote und der zunehmende Online-Handel gehören ebenfalls zu den Entwicklungen, die sich in beiden Szenarien stark ähneln. Ebenso ist in beiden Szenarien der CO_2-Ausstoß deutlich zurückgegangen, der Infrastrukturverfall ist gestoppt, das Verkehrsmanagement ist ausgebaut und die Mobilitätsangebote sind erweitert und miteinander vernetzt worden. Diese Errungenschaften waren jedoch teuer, die Mobilitätskosten sind sowohl für PKW-Besitzer und -Nutzer als auch für Kunden des öffentlichen Verkehrs verglichen mit der Entwicklung des Verbraucherpreisindexes überproportional gestiegen.

Auch wenn das Auto nach wie vor eine zentrale Rolle im Mobilitätsgeschehen spielt: Die Bevölkerung ist insgesamt multimodaler geworden. Dies ist nicht nur eine Einstellungs-, sondern zumindest im zweiten Szenario auch eine Kostenfrage. Die Einstellung zur Nutzung und zum Besitz von PKW hat sich ebenfalls gewandelt. Dies gilt besonders in urbanen Räumen. Hier ist das Angebot an aufeinander abgestimmten Mobilitätsalternativen im Jahr 2035 bedeutend besser als vor zwanzig Jahren. Dies gilt nicht nur für die verschiedenen ÖPNV-Spielarten, sondern auch für Car und Bike Sharing sowie Car Pooling. Über die Angebote und bestmögliche Reiseverbindungen klären beispielsweise Mobilitäts-Apps auf. Diese Voraussetzungen sorgen dafür, dass Mobilität – inklusive der Nutzung von PKW – anders konsumiert wird als noch zwei Dekaden zuvor: flexibler, spontaner und situativer. Dies wirkt sich stärker auf die PKW-Nutzung als auf den PKW-Besitz aus: Das eigene Auto wird zwar häufiger stehen gelassen, aber nur selten abgeschafft.

Der eigene PKW steht aus Lifestyle-, Kosten- und praktischen Gründen im täglichen Wettbewerb mit anderen Verkehrsträgern. Beim PKW-Kauf wird mittlerweile auch im privaten Bereich immer häufiger ein elektrischer Antrieb ernsthaft in Erwägung gezogen. Der PKW hat und wird auch künftig seine Rolle als besonders individuelles, in manchen Situationen kaum verzichtbares und Privatsphäre bietendes Verkehrsmittel behalten. Durch die verschiedenen Schritte des automatisierten Fahrens hin zum autonomen Fahren wird der motorisierte Individualverkehr sogar längerfristig wieder an Bedeutung gewinnen.

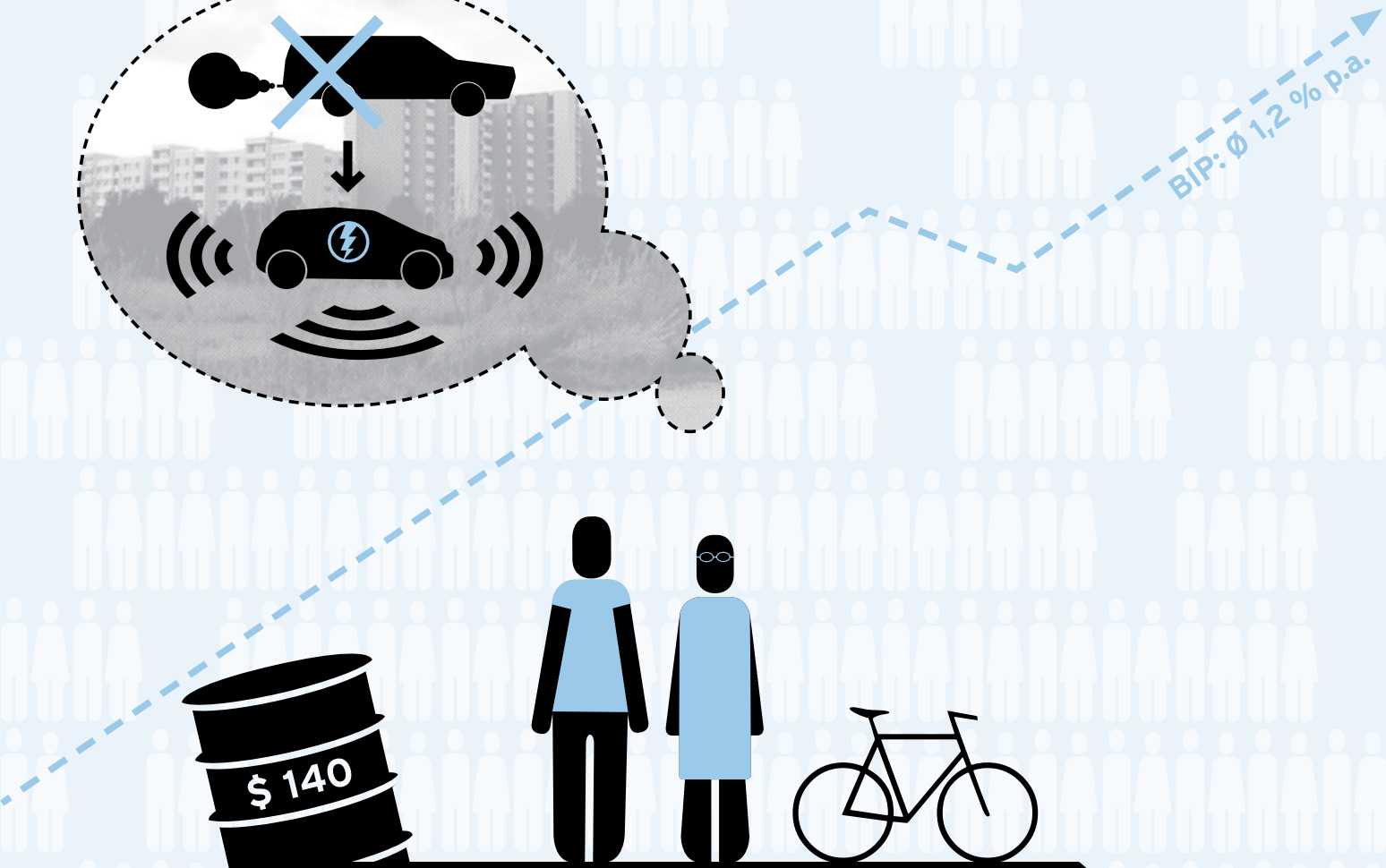
„Musterschüler“

Die Menschen in Deutschland sind ehrgeizig, machen ihre Hausaufgaben und das Beste aus ihrer Situation. So konnte sich das Land wirtschaftlich in den vergangenen zwanzig Jahren trotz des spürbaren demografischen Wandels weiterhin gut entwickeln. Arbeitslosigkeit und Fachkräftemangel sind derzeit kaum der Rede wert. Viele Ältere arbeiten noch, um ihren Lebensstandard weiterhin finanziell zu sichern, die Frauenerwerbsquote ist gestiegen, diverse Langzeitarbeitslose haben wieder eine Beschäftigung gefunden. Fachkräfte kommen auch gern aus dem Ausland. Die Bevölkerung ist aufgrund der starken Zuwandererströme nur wenig geschrumpft. Die Verkehrsleistung ist nur leicht zurückgegangen. Diejenigen, die zusätzlich zur Arbeit die tägliche Versorgung und die Betreuung der Kinder sowie älterer Angehöriger organisieren müssen, fühlen sich durch komplexe Wegeketten zunehmend gestresst.

Die Wirtschaft bleibt innovationsfreudig und konkurrenzfähig, angetrieben durch Einflüsse von außen wie Globalisierung und Zuwanderung. Abgesehen von einem stetig wachsenden Dienstleistungssektor ist die deutsche Industrie beispielsweise im Transportsektor weltweit führend bei technologieintensiven Produkten wie hocheffizienten Verbrennungsmotoren, Leichtbaukomponenten, Batterien, Assistenz- und Sicherheitssystemen bis hin zu hochautomatisiert fahrenden Fahrzeugen, sensorgestütztem Verkehrsmanagement und der Vernetzung von Verkehrssystemen. Dies alles wird auch im eigenen Land genutzt, nicht zuletzt bedingt durch eine strenge umweltschutzorientierte Politik, die sich beispielsweise in den Innenstädten in mehr Lebensqualität auswirkt. Dazu gehört auch, dass das Angebot an Verkehrsalternativen gewachsen und die Vernetzung derselben mittlerweile hervorragend ist. Darüber hinaus hat die E-Mobilität Einzug in den motorisierten Individualverkehr gehalten. Allerdings ist dies nicht getrieben von einem hohen Ölpreis geschehen, sondern durch technisch verbesserte Batterien sowie zunächst die verstärkte Integration von Elektrofahrzeugen in Car-Sharing-Angebote und Firmenflotten. Die Innenstädte profitieren zudem von diversen Fachgeschäften, die als Showrooms dienen und ein hautnahes Einkaufserlebnis neben dem prosperierenden Online-Handel zulassen.

Sowohl der Kraftfahrer-Preisindex als auch die Kosten für die Nutzung des öffentlichen Verkehrs sind überproportional zum Verbraucherpreisindex gestiegen. Aus staatlichen Mehreinnahmen werden Infrastrukturinvestitionen und die Vernetzung der Mobilitätsangebote gefördert. Hochautomatisiertes Fahren wird schrittweise eingeführt.

Die Bewohner Deutschlands stehen neuen Technologien sowie der Nutzung verschiedener Verkehrsmittel aufgeschlossen gegenüber. Treiber der wachsenden multimodalen Orientierung sind gesellschaftliche Gründe wie die steigende ökologische Verantwortung und der Erwartungsdruck im sozialen Umfeld. Ökologisches Verhalten ist ein Lifestyle-Trend, unterstützt durch einen technologischen Schub in der Industrie. Ebenso hip ist die Bereitschaft zu nutzen, statt zu besitzen. Dies wirkt sich unter anderem positiv für Car-Sharing-Unternehmen aus. Die jeweilige Art, wie man mobil ist, ist im Jahr 2035 auch eine Möglichkeit der Selbstdarstellung.



Musterschüler

Eine innovationsfreudige und konkurrenzfähige Wirtschaft, höhere Infrastrukturinvestitionen sowie ein ökologischeres Verhalten als Teil des Lifestyles beeinflussen die Mobilität nachhaltig.

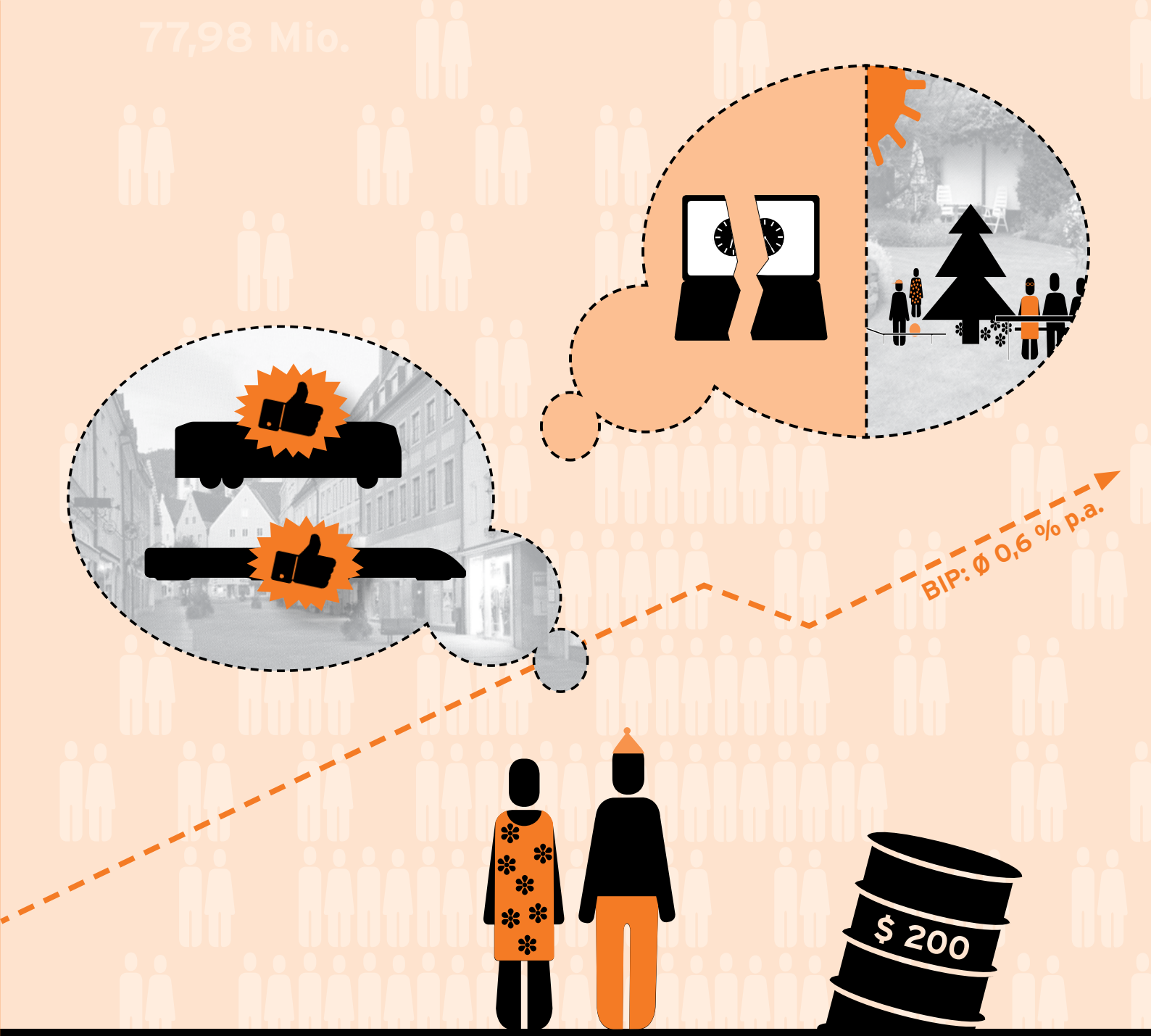
„Mut zur Lücke“

Die Bevölkerung Deutschlands vertraut auf die Wirtschaftskraft ihres Landes – darauf, dass das Bruttoinlandsprodukt und die Löhne stetig weiter steigen werden. Dabei sinkt die Wachstumsrate der deutschen Wirtschaftsleistung seit Jahren, der demografische Wandel ist seit Anfang der 2020er Jahre als Wachstumsbremse zu spüren. Einen Ausgleich durch Zuwanderer gibt es nicht. Doch bisher können die Menschen ganz gut damit leben, obwohl nicht jeder mit 64 Jahren noch beschäftigt und manches Konjunkturprogramm im Sande verlaufen ist. Die gesättigte Zufriedenheit mindert ihre Anstrengungen, ungünstige Rahmenbedingungen auszugleichen.

Viele arbeiten in Teilzeit oder nutzen Sabbatmöglichkeiten, um mehr Muße für andere Dinge zu haben. Sie verzichten bewusst auf Einkommen; Zeit zu haben, ist ein Lifestyle-Element. Der Trend, zu nutzen statt zu besitzen, gehört ebenfalls zum Lifestyle, ist aber auch aus Kostengründen angesagt. Er wirkt sich beispielsweise auf die Nutzung von Car-Sharing-Angeboten aus. Die ökologische Verantwortung stagniert auf hohem Niveau, die deutsche Bevölkerung sieht ihren Wohlstand nicht gefährdet und übergibt die Verantwortung, ökologisch handeln zu müssen, an Wirtschaft und Politik, die dieser auch nachkommen.

Deutschland ist bei vielen Produkten noch immer Weltmarktführer, etwa im Transportsektor. Die Industrie reagiert mit neuen Technologien auch auf den Druck der Politik. Die Gesetzgebung zum Schutz der Umwelt ist weiter vorangeschritten. Doch selbst gepaart mit einem hohen Ölpreis und dem gesellschaftlichen Anspruch, sich ökologisch sinnvoll zu verhalten, hat die Elektromobilität den Durchbruch noch nicht vollständig geschafft. Die Batterietechnologie hinkt hinterher und die Absatzzahlen für E-Fahrzeuge senken den Preis noch nicht gravierend über die Menge. Wie viel welche Mobilitätsform kostet, treibt aber die Verkehrsmittelwahl entscheidend. Die Ausgaben für PKW-Besitz und -Nutzung sind ebenso deutlich gestiegen wie die für Fahrten mit öffentlichen Verkehrsmitteln. Der Staat hat in die Infrastruktur, Verkehrsmanagementsysteme und die Vernetzung der Transportangebote investiert, doch die Mittel sind weiterhin knapp. Das deutsche Mobilitätsangebot ist bestens ausgebaut und vernetzt – nur nicht in wenig bewohnten und wirtschaftlich schwachen Regionen. Dort werden aufgrund fehlender finanzieller Mittel die Lücken im öffentlichen Verkehrsnetz immer größer. Entsprechend entvölkern sich diese Landstriche mit großer Dynamik.

Je nach Zweck und Kosten setzen die Menschen in den Metropolregionen unterschiedliche Verkehrsmittel ein. In jeder Hinsicht effizient von A nach B zu kommen, ist wichtig. ÖPNV, zu Fuß gehen und die Nutzung privater Fahrräder profitieren davon. Insgesamt ist die Verkehrsleistung der Bevölkerung jedoch bedeutend geringer als noch vor zwanzig Jahren. Diese Entwicklung ist vor allem auf den demografischen Wandel zurückzuführen.



Mut zur Lücke

Eine gesättigte Zufriedenheit mindert die Anstrengungen, adverse Rahmenbedingungen wie den demografischen Wandel auszugleichen. Rationalisierung und Funktionalisierung prägen das Mobilitätsgeschehen.

Ausgewählte Trendbrüche

Könnte etwas im Jahr 2015 vollkommen Unerwartetes passieren, das bei seinem Eintreten zudem wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung der Mobilität nehmen könnte? Für diese Studie haben wir uns drei Ereignisse als mögliche Trendbrüche ausgesucht: die massive Abschwächung des chinesischen Wirtschaftswachstums, die flächendeckende Erlaubnis des autonomen Fahrens in Deutschland und die E-Mobilität als Massenbewegung. Diese Projektionen sind aufgrund ihrer geringen Wahrscheinlichkeit in den Szenarien unberücksichtigt geblieben, sind aber im Hinblick auf Ihre Wirkung auf die Mobilität in Deutschland durchaus betrachtenswert.

Würde die chinesische Wirtschaft bis 2035 deutlich schwächer wachsen als im Jahr 2014 angenommen, hätte das große Auswirkungen auf Deutschland: Arbeitsplätze gingen verloren, der Absatz deutscher Fahrzeuge und Verkehrstechnologien in China bräche ein und der Ölpreis sänke weltweit, weil die Nachfrage aus China zurückginge. Gleichzeitig nähme auch der Fahrzeugabsatz in Deutschland ab, weil aufgrund der steigenden Arbeitslosenzahl die Kaufkraft im Land sänke. Es wäre weniger Geld für Infrastrukturinvestitionen vorhanden und die Innovationskraft der deutschen Industrie ginge zurück, da weniger in Forschung und Entwicklung investiert werden könnte.

Wären autonom fahrende Fahrzeuge in Deutschland flächendeckend erlaubt, veränderte sich die Mobilität grundlegend: Menschen könnten sich früher und noch bis ins hohe Alter selbstständig und ohne Führerschein mit motorisierten Vehikeln fortbewegen. Autonomes Fahren sorgte dafür, dass das Unfallrisiko, Staus und CO_2-Emissionen minimiert würden, obwohl die Verkehrsleistung steigen könnte. In jedem Fall stiege der motorisierte Individualverkehr zuungunsten des öffentlichen Personenverkehrs. Flexibilität, Sorglosigkeit, Privatsphäre und die Möglichkeit, während der Fahrt andere Dinge zu tun als zu fahren, würden dem PKW-Verkehr einen neuen Schub geben. Selbst lange tägliche Pendeldistanzen wären aufgrund der Option, im Fahrzeug zu arbeiten, keine Hürde mehr bei der Arbeitsplatzwahl. Allerdings gäbe es weniger private PKW als zwanzig Jahre zuvor, weil sie in der Anschaffung sehr teuer wären und ihr Kauf zum Teil überflüssig wäre. Die Rolle von Car-Sharing-Anbietern erweiterte sich um Taxi- und Mitfahrdienste.

Würde es zu einem Durchbruch in der Batterieentwicklung aufgrund einer intensiven Forschungsförderung in Deutschland sowie einem Ausbau der Ladeinfrastruktur und strengen Auflagen für den CO_2-Ausstoß von Fahrzeugen kommen, könnte sich ergeben, dass die E-Mobilität einen rasanten Aufschwung erlebt. Die Fahrzeuge wären nicht mehr teurer als konventionell angetriebene Wagen, das Reichweitenproblem wäre entschärft und der Strommix mit einem hohen Anteil aus erneuerbaren Quellen machte Elektromobilität umweltfreundlich. Die Bevölkerung könnte ihren Wunsch, ohne Abstriche elektrisch angetriebene PKW zu fahren, endlich umsetzen. Wirtschaftliche und ökologische Erwägungen ständen dem elektrischen Fahrspaß nicht mehr entgegen. Die deutsche Automobilindustrie wäre zudem Weltmarktführer in diesem Marktsegment.

G
Berlin Hauptbahnhof
G
H
310 m

Kapitel 1
Einleitung

„Ein Szenario ist die Beschreibung einer komplexen, zukünftigen Situation, deren Eintreten nicht mit Sicherheit vorhergesagt werden kann, sowie die Darstellung einer Entwicklung, die aus der Gegenwart zu dieser Situation führen könnte."
(Gausemeier et al., 1995)

Ziel der Studie

Am Anfang stand erneut die Frage: Wie könnte die Zukunft der Mobilität in Deutschland aussehen? Darin gleicht diese Studie des Instituts für Mobilitätsforschung (ifmo) den vorangegangenen zu den Projektionsjahren 2020, 2025 und 2030. Und auch dies ist gleich: Ziel ist nicht, die Zukunft vorherzusagen – wir alle wissen, dass dies unmöglich ist. Vielmehr sollten Experten auf verschiedene Deskriptoren[2] schauen und nach Diskussion einschätzen, wie sich diese ihrer Meinung nach bis zum Jahr 2035 verändern könnten und welchen Einfluss diese Veränderungen wiederum auf die Mobilität in 2035 haben könnten. Spannend ist die Vielzahl der möglichen Zukunftsbilder, die entstehen, wenn unterschiedliche Projektionen[3] für Deskriptoren in verschiedenen Variationen miteinander kombiniert werden. Genau diese Bandbreite wollten wir auch für diese Studie durch die Wahl der Szenariomethode gewährleisten.

Mobilität definieren wir als die Möglichkeit, von einem Ort zu einem anderen zu gelangen, ungeachtet des Fortbewegungsmittels oder des Zwecks der Ortsveränderung. In unserer Studie für das Jahr 2035 konzentrieren wir uns besonders auf den Personenverkehr mit diversen Fortbewegungsmitteln auf der Straße, der Schiene und in der Luft innerhalb Deutschlands. Wie viel und mit welchen Verkehrsmitteln werden die Menschen in 2035 unterwegs sein? Wie entwickeln sich zukunftsweisende Mobilitätsangebote wie Car Sharing[4] oder Elektromobilität[5]? Wie gut werden unterschiedliche Angebote miteinander vernetzt sein? Das sind nur einige der Fragen, auf die es eine Antwort zu finden galt.

Das ifmo hat gemeinsam mit 55 Experten einen Blick in die Zukunft und über den Tellerrand gewagt (Liste der Experten: siehe Anhang C). Wie könnte sich die Mobilität der Bevölkerung in Deutschland bis zum Jahr 2035 verändern? Wir haben uns nicht überlegt, wie die Welt im Jahr 2035 aussehen sollte. Wir machen keine normativen Szenarien. Vielmehr haben wir alternative Wege entwickelt, wie sich unsere Mobilitätswelt verkehrsträgerübergreifend in den kommenden zwanzig Jahren entwickeln könnte.

Plausible Bilder einer möglichen Zukunft helfen Entscheidungsträgern, robuste Strategien für unterschiedlichste Entwicklungen zu generieren. Die Ergebnisse der Studie sind damit sowohl für Stadtplaner und Politiker als auch für Mobilitätsanbieter von hoher Relevanz.

---

[2] Deskriptoren (auch Einflussfaktoren) sind Messgrößen, die Teilaspekte des im Szenario betrachteten Umfelds eindeutig beschreiben.

[3] Aussage über künftige Ereignisse [...]. Projektion ist nicht, wie Prognosen, ausschließlich auf Beobachtungen aus der Vergangenheit und objektive Verfahren gegründet, sondern es werden auch subjektive Einschätzungen, etwa von Experten, mit verwertet (Gabler Wirtschaftslexikon online).

[4] Car Sharing bezeichnet die gemeinschaftliche Nutzung von PKW, die von einem speziellen Anbieter organisiert wird (ADAC, 2012).

[5] Elektromobilität im Sinne der Bundesregierung umfasst all jene Fahrzeuge, die von einem Elektromotor angetrieben werden und ihre Energie überwiegend aus dem Stromnetz beziehen, also extern aufladbar sind. Dazu gehören rein elektrisch betriebene Fahrzeuge (BEV), eine Kombination von E-Motor und kleinem Verbrennungsmotor (Range Extender, REEV) und am Stromnetz aufladbare Hybridfahrzeuge (PHEV) (Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2015).

Warum Szenarien?

Der Entwurf von Szenarien bietet eine strukturierte Methode, viele Wege zu erforschen, wie sich verschiedene Deskriptoren künftig entwickeln und welchen Einfluss sie in unterschiedlicher Kombination auf die Mobilität der Zukunft haben könnten. Szenarien zu erstellen, ist ein systematischer empirischer Prozess, der einem Plausibilitäts- und Konsistenzcheck standhält, keine Spinnerei. Stringente Logik macht Szenarien nachvollziehbar und glaubwürdig.

Ob Chinas Aufstieg zu einer Wirtschaftsmacht mit Welteinfluss oder die Entwicklung des Ölpreises in vor einigen Jahren noch ungeahnte Höhen: Keiner konnte diese Ereignisse aus der Extrapolation von Vergangenheitswerten ableiten. Dennoch sind beide Fälle eingetreten und zuvor in Szenarien beschrieben worden. Sie kamen beispielsweise als Trendbruchszenarien bereits in unseren vorangegangenen ifmo-Studien vor. Genau das ist das Besondere an Szenarien: Sie entstehen aus den vielfältigen Möglichkeiten künftiger Entwicklungen, die sich Experten vorstellen und über verschiedene Zwischenschritte im Zeitverlauf begründen können, so unterschiedlich oder im ersten Moment unwahrscheinlich sie auch sein mögen. Konsistente Kombinationen solcher projizierten Vorstellungen ergeben mögliche Szenarien. Je weiter diese Szenarien auseinander liegen, desto weiter ist der Trichter der Varianten, die sich Experten vorstellen können. Er zeigt die ganze Vielfalt plausibler Verläufe auf – im Gegensatz zu einer Prognose, die häufig linear aus der Vergangenheit extrapoliert wird (siehe Abbildung 1). Sind Kombinationen im Trichter in sich nicht konsistent, scheiden sie aus.

Natürlich werden trotzdem die Vergangenheitswerte in die Konsistenzanalyse mit einbezogen. Alle Experten haben sie schließlich im Kopf und der Blick in die Vergangenheit liefert Anhaltspunkte für Entwicklungsdynamiken. Wichtig ist, sich nicht von kurzfristigen Entwicklungen im Hier und Jetzt beeinflussen zu lassen, sondern sich aus Vergangenheit und Gegenwart weitestgehend zu lösen, um einen möglichen und plausiblen Zukunftspfad zu erkennen. Dieser muss nicht zwangsläufig durch lineare Beziehungen mit Gegenwart und Vergangenheit verbunden sein.

Die gezeichneten Bilder bieten Entscheidern die Möglichkeit zu verstehen, wie sich heute getroffene Regelungen in der Zukunft auswirken könnten: Halten sie möglichen Veränderungen stand? Machen sie eventuell sogar das Beste aus ihnen? Oder haben sie überhaupt keinen Einfluss auf bestimmte Entwicklungen? Die Prüfung der unterschiedlichen Möglichkeiten bietet also eine Orientierungshilfe, wie gut ein Land, eine Organisation oder ein Unternehmen positioniert und vorbereitet ist auf Chancen oder Herausforderungen, die kommen könnten. Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse ist es den Interessierten möglich, ihre Planungen bei Bedarf nachzujustieren und sich besser auf mögliche Veränderungen einzustellen oder diese abzuwenden.

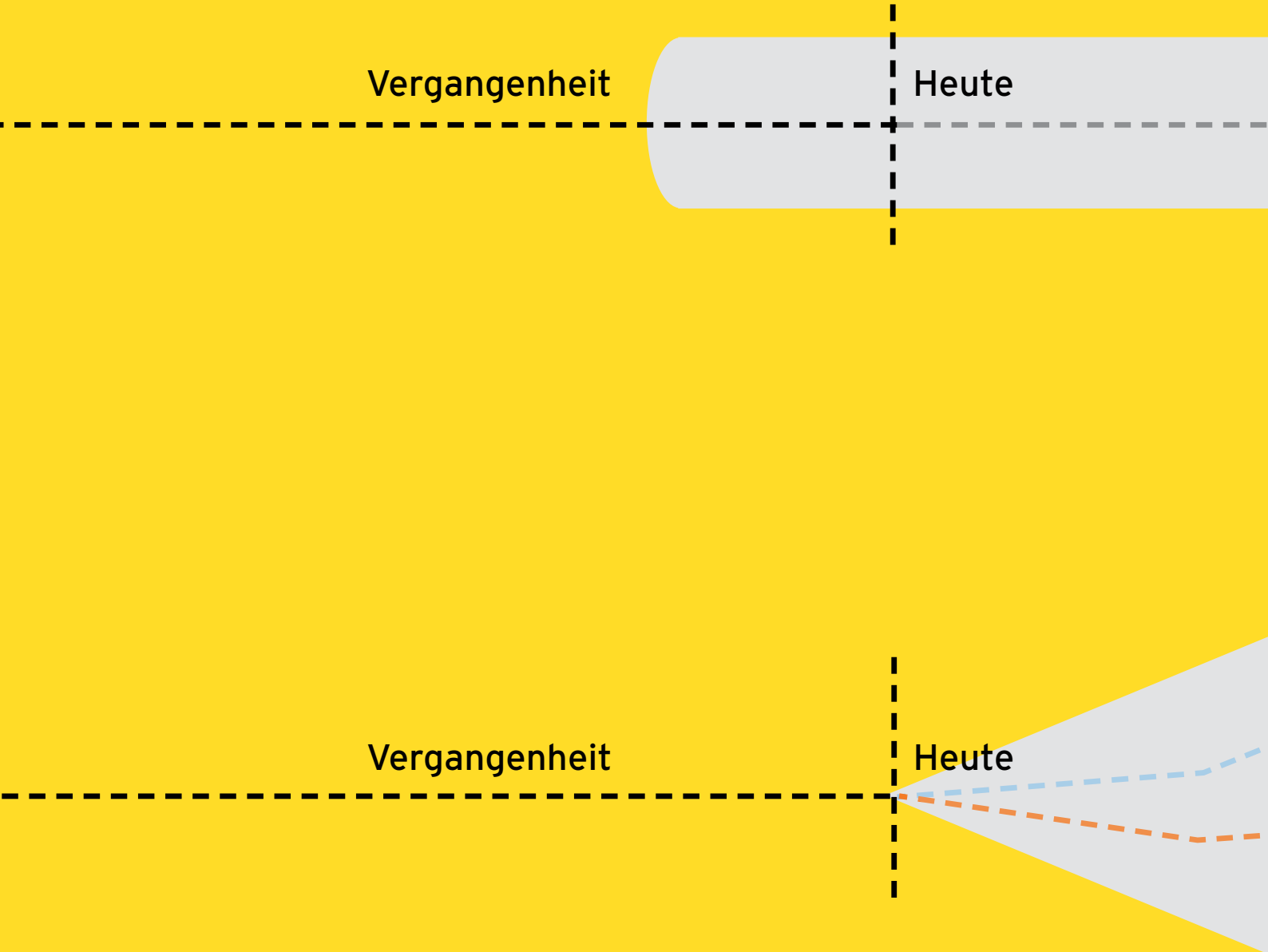
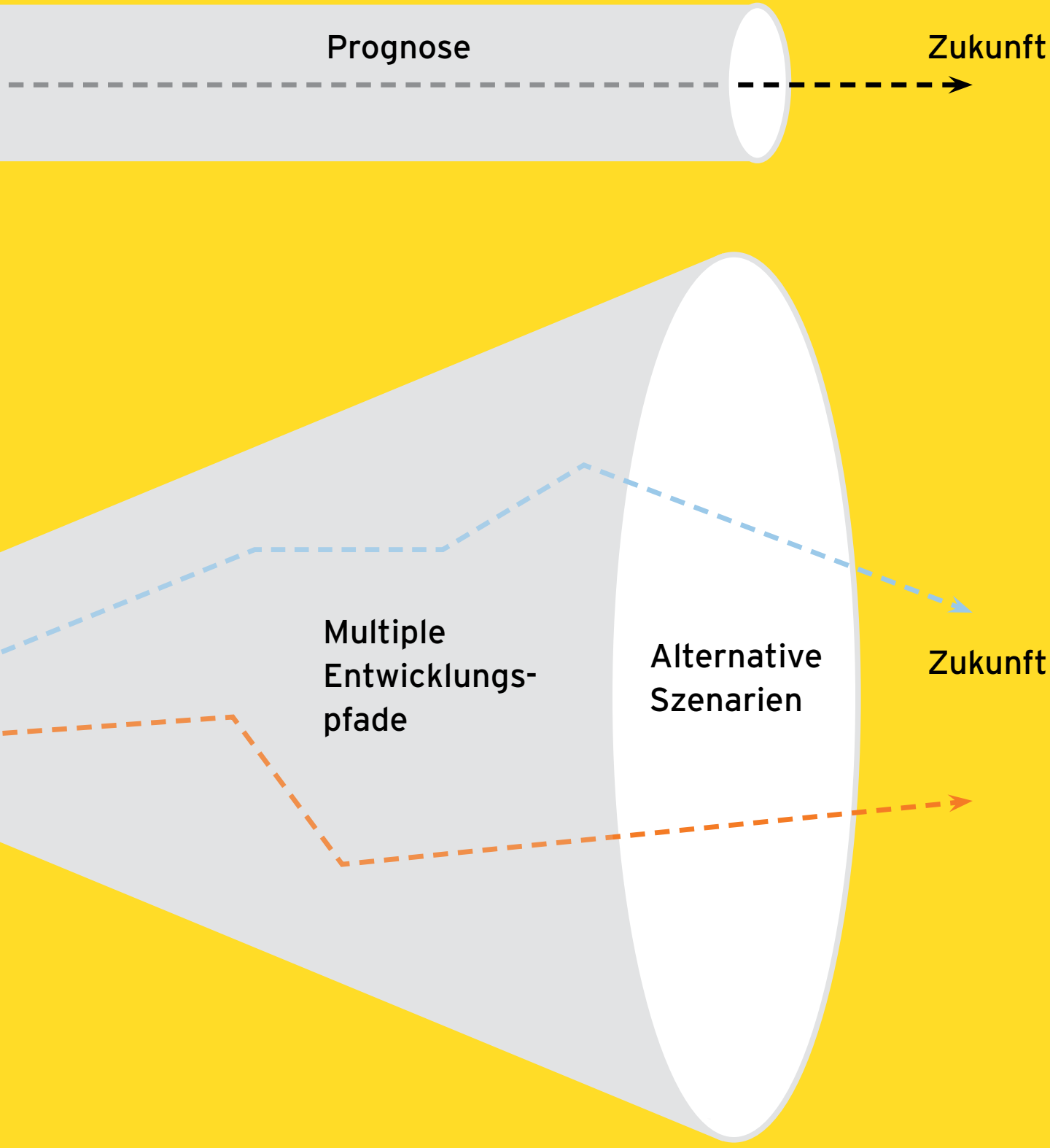


Abbildung 1: Unterschied zwischen Prognosen und Szenarien

Quelle: eigene Darstellung


Prognose
Zukunft
Multiple
Entwicklungs-
pfade
Alternative
Szenarien
Zukunft

Entstehung der Szenarien

Die dritte Fortschreibung der ifmo-Mobilitätsszenarien für Deutschland basiert auf demselben methodischen Konzept wie ihre Vorgängerinnen. Bei der Erstellung der neuen Studie haben uns unsere externen Partner Prognos, Inovaplan und Fraunhofer wissenschaftlich sowie Kerstin Zapp als Moderatorin der Workshops und maßgeblich bei der Textgestaltung als Journalistin unterstützt. An dem nun vorliegenden Werk sind 55 Experten unterschiedlicher Institutionen und Unternehmen beteiligt, die sich über 56 Deskriptoren Gedanken gemacht haben (Liste der Deskriptoren: siehe Anhang B). Da der Schwerpunkt dieser Studie auf dem Personenverkehr liegt, ließen sich die betrachteten Einflussfaktoren im Vergleich zu den vorangegangenen Studien reduzieren. Kontinuität haben wir gewährleistet, indem viele der Experten bereits zum wiederholten Mal an den Workshops teilgenommen haben und darüber hinaus die meisten Einflussbereiche – Demografie, Wirtschaft, Energie, Verkehrspolitik und Technologie – Bestand haben. Neu hinzugekommen ist aufgrund seiner zunehmenden Relevanz der Bereich „Einstellungen“ (siehe Abbildung 2).

In den Workshops zu den einzelnen Bereichen Demografie, Wirtschaft, Energie, Verkehrspolitik und Einstellungen trafen sich von März bis Mai 2014 von uns ausgewählte Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft. Sie diskutierten gemeinsam mögliche Entwicklungen der einzelnen Deskriptoren und legten pro Deskriptor ein bis drei Zukunftsprojektionen sowie plausible Begründungen für die jeweiligen Projektionen fest. Sie haben Scheingenauigkeiten vermieden, denn Szenarien entstehen pragmatisch. Die einzelnen Projektionen wurden anschließend per Konsistenzlogik miteinander verknüpft (Details zum methodischen Vorgehen: siehe Anhang B).

Schnell war klar, dass dem Bereich „Technologie“ aufgrund seiner vielen und zum Teil bereichsübergreifenden Deskriptoren eine Sonderrolle zukommt. Entsprechend wurde für diesen Teil kein Expertenworkshop im klassischen Sinn organisiert. Für diesen Einflussbereich haben die Fraunhofer-Institute für System- und Innovationsforschung (ISI), für Materialfluss und Logistik (IML) sowie für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB) Mini-Roadmaps zu 20 ausgewählten Technologie-Deskriptoren erstellt. Auf dieser Basis haben die Fraunhofer-Wissenschaftler gemeinsam mit ifmo in einem letzten Themenworkshop Ende Juli 2014 Projektionen für die Technologieaspekte entwickelt und in die Rohszenarien eingepasst. Die Kompetenz unserer Zukunftsschau basiert damit primär auf Expertenwissen, nicht auf quantitativer Modellierung.

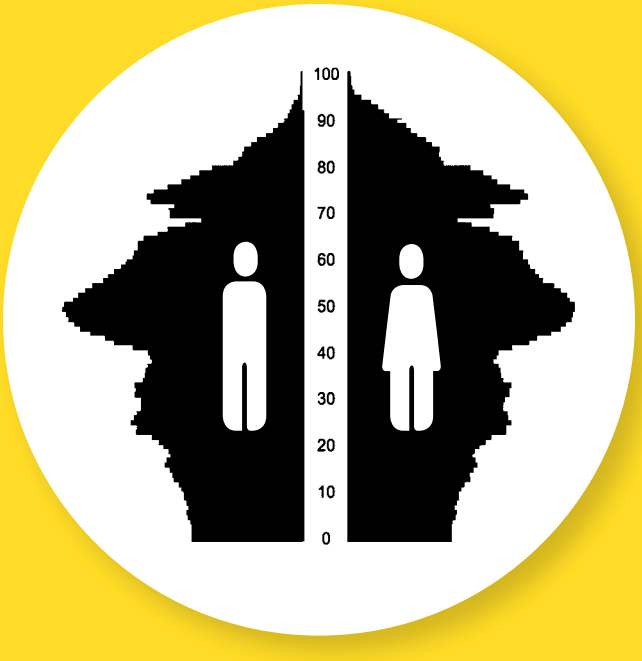
Um Szenarien zu entwickeln, sind verschiedene Herangehensweisen möglich. Wir haben uns erneut für ein konsistenzgestütztes Verfahren entschieden, angelehnt an das Vorgehen, das Gausemeier, Fink und Schlake 1995 entwickelt und beschrieben haben (Gausemeier et al., 1995). Bei der Berechnung und Auswahl der Rohszenarien konnten wir auf den Online-Methodenbaukasten „Risk Assessment and Horizon Scanning“ (RAHS; Dezernat Zukunftsanalyse im Planungsamt der Bundeswehr, 2014) zurückgreifen, der im Rahmen eines vom Bundesverteidigungsministerium geförderten Projekts entwickelt wurde.

Mit Unterstützung durch das RAHS-Szenario-Tool sind Cluster konsistenter Ereignisse entstanden, die wir wiederum zu Rohszenarien zusammengeführt haben. Die Expertengruppe des Konsistenzworkshops hat daraus die nun beschriebenen zwei Szenarien ausgesucht. Dabei hat sie sich daran orientiert, möglichst weit auseinander liegende Zukunftsbilder zu nehmen. Dann folgte die Beschreibung der ausgewählten Szenarien, die wiederum die Wissenschaftler von Prognos, Inovaplan und Fraunhofer auf Plausibilität und Konsistenz hin beurteilt haben.

Darüber hinaus haben wir mit den Experten von Inovaplan die Auswirkungen unserer Szenarien auf die Mobilität der Zukunft quantifiziert. Manche Projektionen haben keinen oder nur einen geringen Einfluss auf die Mobilität, andere einen starken. Dadurch konnten wir abschätzen, wie sich die Verkehrsleistung unterschiedlicher Verkehrsträger und somit auch der Modal Split in den beiden Szenarien entwickeln könnte.

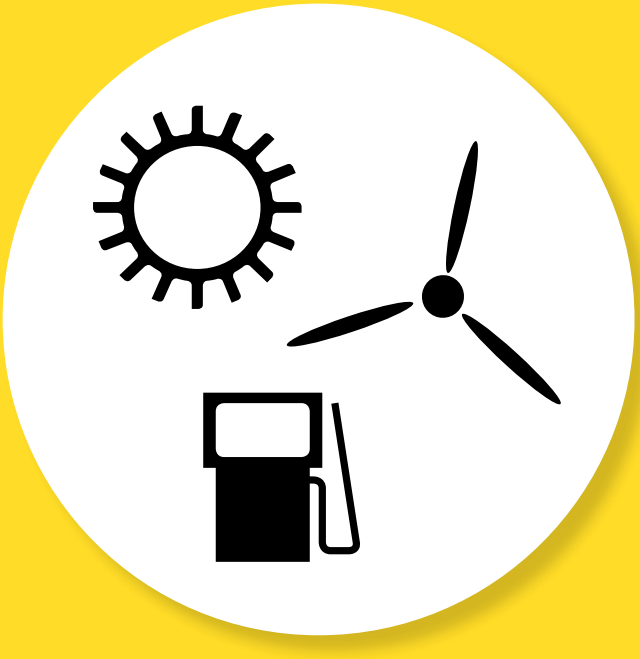
Neu dabei: Einstellungen zu Mobilität

Die Einstellungen der Menschen zu Mobilität und anderen wichtigen Lebensbereichen beeinflussen ihr Mobilitätsverhalten maßgeblich. Sie prägen ihr Handeln und das subjektive Wohlbefinden. Darüber hinaus sind Einstellungen keine unveränderlichen Größen. Sie unterliegen dem gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und technologischen Wandel. Interessant ist bei der Frage nach persönlichen Ansichten auch, ob sich aus heute erkennbaren Bewegungen wie etwa „Nutzen statt Besitzen“ tatsächliche Verhaltensänderungen bei einem größeren Teil der Bevölkerung entwickeln könnten. Aus diesen Gründen haben wir den Bereich „Einstellungen“ neu in die Studie aufgenommen.



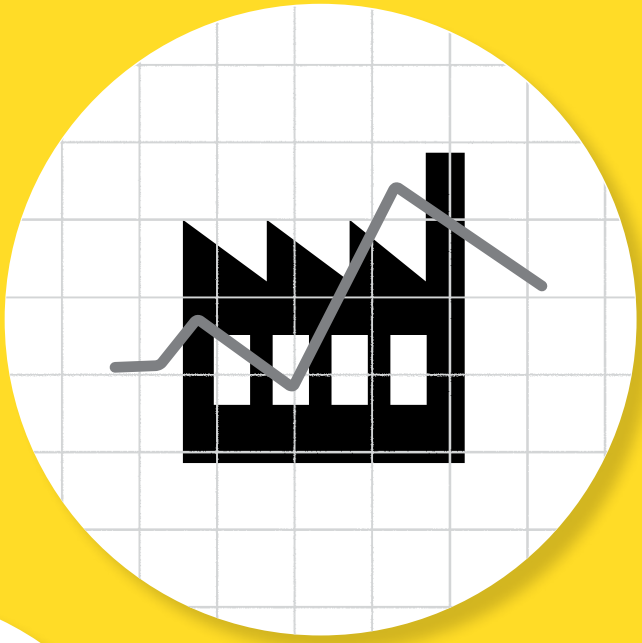
Demografie

Verkehrspolitik



Energie

Wirtschaft



Einstellungen

Technologie

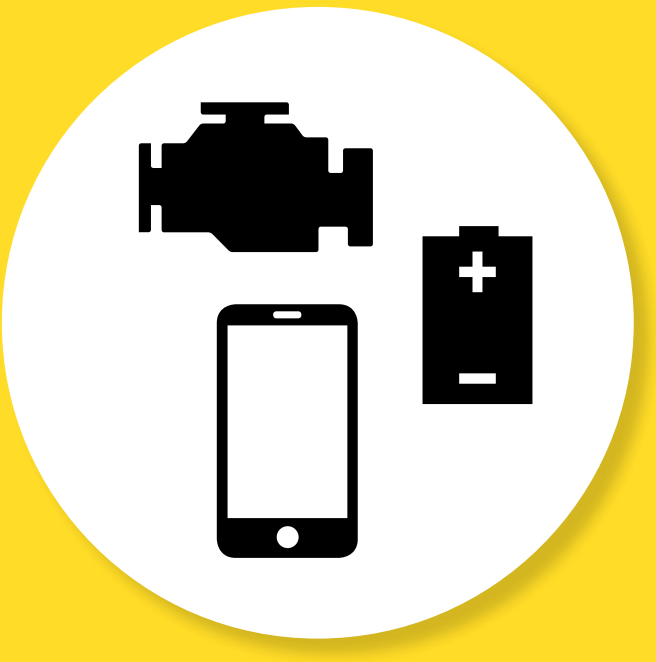


Abbildung 2: Die sechs betrachteten Einflussbereiche

Aufbau des Berichts

Die Szenarien spielen im Jahr 2035. Dieses Jahr ist die Gegenwart, von der aus wir auf die vergangenen zwanzig Jahre zurückblicken. Als Preisbasis gilt inflationsbereinigt das Jahr 2013. In diesem ersten Kapitel finden Sie Informationen zur Entstehung der Szenarien, darüber, warum wir diese Methode gewählt haben, und dazu, welches Ziel die Studie verfolgt. Die tatsächlichen realen Daten, die zum Start der Expertenworkshops für den Zeitraum von etwa 1990 bis 2012/2013 vorlagen, sind in Anhang A beschrieben. Sie bildeten die Diskussionsgrundlage für die von den Experten für möglich gehaltenen künftigen Entwicklungen der Einflussbereiche Demografie, Wirtschaft, Energie, Verkehrspolitik und Einstellungen.

Die Unsicherheit beim Blick in die Zukunft ist bei diversen Deskriptoren in den vergangenen Jahren gestiegen. Dennoch haben die Experten manche Faktoren als eindeutig in ihrer Entwicklung bis 2035 eingeschätzt, oder die Konsistenzüberprüfung ließ in Kombination mit allen anderen Einflüssen nur eine Projektion für beide Szenarien zu. Über die künftige Entwicklung der Haushaltsgrößen oder auch die Geburtenrate, die Sterblichkeit und die raumstrukturelle Entwicklung waren sie sich beispielsweise einig. Die Beschreibung der Gemeinsamkeiten der Szenarien finden Sie in Kapitel 2.

Wie das Leben im Jahr 2035 aussehen könnte, lesen Sie in unseren beiden Szenarien „Musterschüler“ und „Mut zur Lücke“ in den Kapiteln 3 und 4. Hier finden Sie auch jeweils den möglichen Weg zu der beschriebenen Situation und die Verkehrsleistungsentwicklung in den Jahren von 2015 bis 2035, bezogen auf den Individualverkehr, den öffentlichen sowie den nicht motorisierten Verkehr. Familie Huber lässt Sie zudem an ihrem für das jeweilige Szenario typischen Leben teilhaben.

Doch könnte es auch ganz anders kommen? Was könnte passieren und wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung der Mobilität nehmen, das zwar als möglich, aber relativ unwahrscheinlich gilt? Dass solche vormals als Trendbrüche definierten Ereignisse durchaus real werden können, haben die bisherigen Ausarbeitungen gezeigt: In der ifmo-Szenariostudie für 2020 wurden unter anderem ein chinesisches Wirtschaftswunder mit langfristig zweistelligen Wachstumsraten, ein Ölpreis von dauerhaft mehr als 60 USD/Barrel und ein Entwicklungssprung in der Fahrzeugtechnologie als mögliche Trendbrüche definiert. Diese drei Ereignisse sind längst eingetreten, bei den Innovationen für Auto und Verkehr beispielsweise die Entwicklungen hin zum hochautomatisierten und weiter zum autonomen Fahren. Trotzdem liegen die in den Jahren zuvor beschriebenen Zukunftsbilder noch immer im Trichter der damals definierten Möglichkeiten.

Für diese Studie haben wir uns drei Trendbrüche ausgesucht, die unsere Experten bereits in einigen Workshops auf die Frage nach solchen Ereignissen genannt haben und die wir nach internen Diskussionen für besonders interessant halten: Chinas Wachstum schwächt sich massiv ab, autonomes Fahren setzt sich durch und Elektromobilität ist ein Massenphänomen. Wie das Leben in Deutschland bei Eintritt dieser Szenarien im Jahr 2035 aussehen könnte und welche Veränderungen sich aus dem Eintritt dieser Ereignisse für die Mobilität ergeben könnten, erfahren Sie in Kapitel 5.

Mögliche Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen lesen Sie in Kapitel 6.

Ebenso wie die historischen Entwicklungen der Einflussbereiche zwischen 1990 und 2013 finden Sie Erläuterungen zum methodischen Vorgehen sowie eine Liste der beteiligten Experten und weitere Verzeichnisse in den Anhängen.

Kapitel Zwei
Szenarioübergreifende Entwicklungen

So unterschiedlich die Szenarien sein mögen – diverse Projektionen sind für beide gleich. In der Regel halten die Experten dann nur eine Möglichkeit für sehr wahrscheinlich, oder die Verknüpfung per Konsistenzanalyse hat zur Auswahl derselben Projektion für beide Zukunftsbilder geführt. Diese Möglichkeiten könnten mit einer besonders hohen Wahrscheinlichkeit eintreten und spielen daher für beide Szenarien eine wichtige Rolle: Sie setzen klare Trends und sollten von Entscheidungsträgern in jedem Fall berücksichtigt werden.

Unsere Analysen haben ergeben, dass wir für beide Szenarien die folgenden Projektionen als gleich annehmen können:

Demografie

Immer weniger Frauen haben Kinder

Die Geburtenrate liegt schon seit mehreren Dekaden bei etwa 1,4 Kindern pro Frau. Die Bestrebungen der Familienpolitik konnten die Kinderlosigkeit nicht eindämmen, obwohl die Betreuungssituation für Kinder von berufstätigen Müttern und Vätern heute bedeutend besser als noch vor zwanzig Jahren ist. Für das niedrige Geburtenniveau ist in erster Linie weiterhin nicht die Kinderzahl je Mutter verantwortlich, sondern die zunehmende Zahl der Frauen, die kinderlos bleibt. Dies sind häufig Akademikerinnen. Da das Bildungsniveau weiter steigt, nimmt auch die Zahl der Frauen ohne Kinder zu. Es gibt darüber hinaus aufgrund der alternden und sich seit Jahrzehnten nicht reproduzierenden Bevölkerung immer weniger Frauen im gebärfähigen Alter.

Medizinischer Fortschritt verlängert Leben

Die Lebenserwartung steigt durch den steten medizinischen Fortschritt weiter an, und zwar um zwei bis drei Jahre pro Jahrzehnt. Doch dieser Umstand kann das Schrumpfen der Bevölkerung nicht aufhalten.[6]

Anteil der Ein- und Zweipersonenhaushalte wächst

Noch immer sinkt die durchschnittliche Haushaltsgröße, doch die Kurve flacht ab. In den vergangenen zwanzig Jahren ist die Größe um 0,1 Menschen auf im Schnitt 1,9 pro Haushalt gefallen, in den vorangegangenen zwei Dekaden sank der Schnitt von 2,3 auf 2,0 Menschen. Entsprechend ist der Anteil von Ein- und Zweipersonenhaushalten in den vergangenen zwanzig Jahren von 40 auf 45 % bzw. von 34 auf 35 % gewachsen. Zurückgegangen ist der Anteil der Drei- und Mehrpersonenhaushalte von knapp 12 auf jeweils 10 %.

[6] In dieser Studie definieren wir den demografischen Wandel als Überalterung und Schrumpfung der Gesellschaft.

Die Ursachen sind vielfältig: Wie oben genannt, bedingt das steigende Bildungsniveau immer weniger Geburten, also gibt es mehr Lebensgemeinschaften ohne Kinder. Gleichzeitig steigen seit Jahren das Heirats-/Beziehungsalter sowie das Trennungsrisiko, was wiederum für mehr Single-Haushalte und Haushalte Alleinerziehender mit Kindern sorgt. Steigende Einkommen der Einzelnen und eine größere wirtschaftliche Selbstständigkeit von Frauen machen Lebensgemeinschaften aus wirtschaftlichen Gründen – ob mit oder ohne Trauschein – oft überflüssig.

Die massive Alterung der Gesellschaft (die Babyboomer, geboren zwischen 1956 und 1969, rücken ins Renten- und Sterbealter nach) führt zunächst zu mehr Zweipersonen- und dann zu mehr Einpersonenhaushalten. Trotz sinkender Einwohnerzahl ist die Gesamtzahl der Haushalte nach wie vor fast konstant.

Wohnort und Arbeitsplatz liegen in derselben Region

Die regionale Bevölkerungsverteilung zeigt, dass sich großräumige inländische Wanderungsbewegungen abgeschwächt haben. Zogen die Menschen zwischen 1991 und 2011 in Deutschland noch über Bundesländergrenzen hinweg von Nord nach Süd und von Ost nach West, finden die Dynamiken nun darunter statt. Der Fachkräftemangel sorgt dafür, dass Arbeitsplatzwanderer nun kleinräumiger unterwegs sind, und das sinkende Rentenniveau führt zu ebenfalls kleinräumigeren Ruhestandswanderungen. Zudem wechseln insgesamt weniger Menschen den Wohnort, da weniger Menschen in Deutschland leben und viele bereits in den Jahrzehnten zuvor dorthin gewandert sind, wo es Arbeitsplätze gibt. Nur Studenten und Auszubildende ziehen auch weiterhin großräumig um.

Mehr oder weniger Wege?

Und was heißt das für die Mobilität? Die Menschen, die in Gesundheit altern, bleiben länger mobil und nutzen Fahrzeuge mit Assistenzsystemen, die ihre altersbedingten körperlichen Defizite ausgleichen. Dennoch ist die Mobilitätsnachfrage im Alter nach wie vor geringer. Also wirkt sich die Alterung der Gesellschaft letztendlich dämpfend auf das gesamte Mobilitätsniveau aus. Wer hingegen krank ist, benötigt mehr mobile Dienstleistungen zur Versorgung.

Je kleiner ein Haushalt, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass zum Haushalt ein PKW gehört – erst recht im urbanen Raum.

Bei Einpersonenhaushalten fallen Synergieeffekte im Einkaufsverkehr weg, da in Mehrpersonenhaushalten häufig einer für alle einkauft. Trotzdem haben Erwachsene und von ihnen mehrheitlich Frauen in Familienhaushalten mehr Wege zurückzulegen als Singles. Zudem führt ein steigender Anteil von Alleinerziehenden sowie Patchwork-Familien zu mehr Wegen durch komplexere Familienzusammenhänge. Ebenso werden die Wege zwischen Generationenwohnsitzen länger. Auszubildende und Studenten sind weiterhin regelmäßig auf Langstrecken mobil.

Wirtschaft

Preisliche Wettbewerbsfähigkeit deutscher Produkte steigt weiter

Auch wenn es auf den ersten Blick keine Gemeinsamkeiten im Bereich Wirtschaft zwischen den beiden Szenarien zu geben scheint, so hat sich doch in beiden Fällen die Verbesserung der preislichen Wettbewerbsfähigkeit deutscher Produkte in der Eurozone oder auch gegenüber den USA fortgesetzt, steigt aber nicht mehr so stark wie noch zwanzig Jahre zuvor. Zudem sinkt bis 2035 in beiden Szenarien der Produktionsanteil in Deutschland, wenn auch unterschiedlich stark. In beiden Zukunftsbildern reduzieren sich darüber hinaus die verwaltungsnahen Tätigkeiten. Die Nachfrage der Unternehmen nach Arbeitskräften wird vom technischen Fortschritt getrieben.

Die Auswirkungen der wirtschaftlichen Gegebenheiten auf die Mobilität sind ähnlich: Der Güterverkehr wächst durch die anhaltende Globalisierung und die Entwicklung des Welthandelsvolumens weiter, obwohl das weltwirtschaftliche Wachstum geringer ist als in der Vergangenheit. Ebenso steigt die Zahl der Geschäftsreisen. Durch die bessere Organisation der Logistik sinken die Distanzkosten.

Mehr Frauen arbeiten, die Einkommen steigen und der Online-Handel wächst

Für beide Projektionen zutreffend sind ein steigender Anteil der Löhne am Volkseinkommen, ein stärker als die Bevölkerung schrumpfendes Erwerbspersonenpotenzial und eine wachsende Erwerbsquote der Frauen. Sie geht mit erhöhter Mobilität durch mehr Arbeitswege einher. Mehr Personenverkehrsaufkommen entsteht auch durch die Arbeitszeitflexibilisierung in beiden Szenarien. Das Einkaufsverhalten ist bei allen Unterschieden in beiden Fällen unter anderem durch den wachsenden Online-Handel geprägt, der wiederum für mehr lokalen Lieferverkehr sorgt.

Energie

Seit 1990 ist der CO_2-Ausstoß um 60 % zurückgegangen

Im Bereich Energie gibt es eine große Gemeinsamkeit: Der CO_2-Ausstoß in Deutschland konnte jeweils um 60 % gegenüber den Werten von 1990 gedrosselt werden. Dies war unter anderem möglich durch ein starkes Ordnungsrecht, in das die CO_2-Regulierung international eingebunden ist. In den späten 2020er Jahren hat man sich auf multilaterale Regelwerke über die EU hinaus geeinigt, in denen sektorale Ziele vereinbart sind, die über marktbasierte Instrumente wie etwa CO_2-Steuern und den Emissionshandel erreicht werden sollen. Die Energiekosten pro Einheit steigen also, gefährden aber weder die Wirtschaft noch wirken sie sich für die Verbraucher aus.

Bezogen auf den Warenkorb und das BIP sinken die Kosten, da deutlich weniger Energieeinheiten verbraucht werden: Effizienz schlägt Menge und Preis.

Ein Konflikt zwischen Umweltverträglichkeit und Wirtschaftsentwicklung wurde weitestgehend aufgelöst. Die politischen Trends der vergangenen Dekaden, in denen unter anderem aus wirtschaftlichen Gründen keine umfassenden Klimaschutzziele über alle Sektoren hinweg verabschiedet wurden, fanden keine Fortsetzung. Unter anderem ist erkannt worden, dass bei weiterer weltweiter Untätigkeit die Kosten durch die entstehenden Schäden oder zur Behebung derselben beispielsweise im Gesundheitsbereich die Kosten für den Klimaschutz weit übersteigen. Darüber hinaus können Industrieländer wie Deutschland mit dem Handel von CO_2-Zertifikaten ebenso Geld in ihre Kassen spülen wie mit dem weltweiten Verkauf hocheffizienter Umwelttechnik. Voraussetzung waren die Verknappung von Emissionszertifikaten sowie keine Möglichkeit, Produktionen mit hohen CO_2-Emissionen aus diesem Grund in andere Länder zu verlagern, weil alle Staaten sich an dieselben Regelwerke halten (OECD, 2012).

Wechselbatteriesysteme haben sich bei der E-Mobilität in beiden Szenarien nicht durchgesetzt, obwohl in der Vergangenheit auf ihr Potenzial als Speicher für fluktuierende erneuerbare Energieströme gehofft wurde. Bisher konnte man sich nicht auf ein erforderliches einheitliches Packaging der Batterien einigen.

Die Auswirkungen auf die Mobilität sind groß: Der Anteil des emissionsarmen Verkehrs steigt ebenso wie der des nichtmotorisierten Verkehrs und der des ÖPNVs. Im Luftverkehr gelten die CO_2-Abgaben mittlerweile nicht nur für Europa, was sich insgesamt dämpfend auf das Wachstum des (inter)nationalen Luftverkehrs ausgewirkt hat.

Verkehrspolitik

Durchschnittlicher CO_2-Wert für Neuwagenflotten liegt bei 65 g/km

Für den Straßenverkehr wurde der bisher eingeschlagene CO_2-Regulierungsweg der EU fortgesetzt: Heute liegt der Wert bei 65 g/km Tank to Wheel[7]. Bereits seit 2021 musste ein durchschnittlicher Neuwagenflottenwert von 95 g/km CO_2 eingehalten werden und zuvor galt seit 2015 die Marke von 130 g CO_2/km. Der aktuelle Wert war nur zu realisieren durch eine intensive Forschungs- und Entwicklungsförderung. Folge ist, dass ein beachtlicher Teil der Fahrzeuge im Straßenverkehr bereits heute mit alternativen Energien wie Strom und Wasserstoff angetrieben wird. Für die Fahrzeugindustrie bedeutete das: weitere Elektrifizierung der Flotte und weitere Effizienzverbesserung bei Verbrennungsmotoren, etwa durch Downsizing und Downspeeding.[8] Jedes zusätzliche Gramm, um das der CO_2-Ausstoß auf diese Weisen reduziert werden konnte, war mit hohen Kosten für die Automobilindustrie verbunden. Dagegen sind die CO_2-Zertifikate für die Energiewirtschaft deutlich günstiger: Sie kosteten vor zwanzig Jahren zwischen 4 und 6 EUR pro Stück und sind derzeit für 30 EUR zu haben.

Infrastrukturverfall ist gestoppt

Das Problembewusstsein dafür, dass eine marode Infrastruktur zu Staus und noch höheren Ausgaben führt als eine kontinuierliche Pflege derselben, ist gewachsen. Entsprechend kam es in den vergangenen Jahren in der Haushaltspolitik zu einer Priorisierung der Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur, die mittlerweile durch Verstetigung und Überjährigkeit gekennzeichnet sind. Der weitere Infrastrukturverfall konnte aufgehalten werden.

Mobilitätskosten steigen überproportional

Beiden Szenarien liegt zugrunde, dass der Kraftfahrer-Preisindex[9] wie bereits in den Dekaden zuvor deutlich stärker steigt als der Verbraucherpreisindex[10]. Die Ursachen dafür sind zwar in den Szenarien leicht unterschiedlich, doch die Kosten für die PKW-Nutzung sind beispielsweise durch höhere Kraftstoff- und Fahrzeuganschaffungskosten sowie wachsende mittelbare Kosten wie strecken-, zeit- und fahrzeugabhängige PKW- und Citymaut gewachsen. Mauterhebung trägt zu einer stärkeren Nutzerfinanzierung der Infrastruktur bei als noch zwanzig Jahre zuvor. Neue Technologien etwa bei Leichtbau und Motoren treiben den Fahrzeugneupreis nach oben.

---

[7] Tank to Wheel: Emissionen von Verbrennungsfahrzeugen im Betrieb; bei der Produktion oder dem Transport des Kraftstoffs zur Tankstelle freigesetzte Schadstoffe werden nicht in die Werte mit einbezogen.

[8] Downsizing steht für die Verkleinerung technischer Größen wie etwa des Hubraums bei gleicher Leistungsfähigkeit, Downspeeding kann beispielsweise durch optimierte Aufladekonzepte erreicht werden, bei denen hohe Momente bei sehr geringen Drehzahlen entstehen.

[9] weitere Angaben zum Kraftfahrer-Preisindex beispielsweise unter (Institut für Mobilitätsforschung, 2008)

[10] Der Verbraucherpreisindex misst die Preisentwicklung aller Waren und Dienstleistungen, die private Haushalte für Konsumzwecke kaufen. Dazu gehört etwa die Preisentwicklung bei Nahrungsmitteln, Mieten, Strom, Kraftstoffen und beim Friseur. Die Veränderung des Verbraucherpreisindex für Deutschland gegenüber dem Vorjahresmonat wird umgangssprachlich auch als Inflationsrate bezeichnet (Statistisches Bundesamt, 2015).

Hocheffiziente PKW mit Verbrennungsmotor kosten bis zu 6000 EUR mehr als Vergleichsfahrzeuge vor zwanzig Jahren mit 140 g CO_2-Ausstoß pro km nach Neuem Europäischem Fahrzyklus (NEFZ). Die hocheffizienten Verbrenner bieten gegenüber vergleichbaren Motoren der 2010er Jahre deutliche Effizienzgewinne, wobei die Einsparmöglichkeiten bei Dieselmotoren nach wie vor höher sind. Obwohl sich viele Menschen in Deutschland aufgrund ihrer Einkommenssituation auch ein solches Auto leisten können, entsteht ein gewisser Verlagerungsdruck hin zu Alternativen zum eigenen PKW, etwa Car Sharing, Car Pooling[11], Fahrgemeinschaften und ÖPNV, aber auch zu Mikrofahrzeugen[12] und alternativ angetriebenen PKW wie E-Autos[13]. In der Folge geht der konventionell motorisierte Individualverkehr zurück.

Die Kosten der Bahn- und ÖPNV-Nutzung wachsen ebenfalls in beiden Projektionen stärker als der Verbraucherpreisindex. Auch dies zum Teil, um die Infrastrukturausgaben bezahlen zu können. Die öffentlichen Finanzierungsbeiträge sind seit Jahren nicht gestiegen, sondern real konstant, weil beispielsweise die staatlichen Subventionen für den Schülerverkehr aufgrund sinkender Schülerzahlen zurückgehen. Die Faktorkosten wie Energie steigen weiter und die Produktivitätsentwicklung, gemessen in technischer Effizienz und Auslastung, bleibt moderat.

Diverse Mobilitätsangebote sind miteinander vernetzt

Innovative Mobilitätsangebote gewinnen an Bedeutung, angepasst an Ballungsräume oder ländliche Gebiete. Dazu gehören insbesondere Car Sharing – bereits 2014 verzeichneten Car-Sharing-Unternehmen eine Million Teilnehmer (Bundesverband Car Sharing, 2014b), Pendler-Fahrgemeinschaften, Bürgerbusse, Kombibusse für Personen und Fracht, Anrufsammeltaxis, Pedelecs und Fernbusse. Gut funktionierende Verkehrsknoten (Hubs) entwickeln sich beispielsweise an Bahnhöfen, multimodale Plattformen mit digital vernetzten Angeboten setzen sich durch. Mobilitätsportale verdeutlichen die individuellen Stärken der einzelnen Verkehrsträger und machen Nutzungsvorschläge. Die Abstimmung der meisten Anbieter bei Bepreisung, Bezahlsystemen und Informationsangeboten gehört ebenso zur Vernetzung wie eine übergeordnete Angebotsplanung, die Stadt- und Flächenplanung auch überregional mit einbezieht. Die öffentliche Hand führt ihre Zuständigkeiten, Kompetenzen und Ressourcen zusammen, etwa um den Schienenpersonennahverkehr und den öffentlichen Straßenpersonennahverkehr aufeinander abzustimmen. Privatpersonen finden für Fahrgemeinschaften und ähnliches über soziale Netze zusammen. Mobilität wird durch diese Konzepte und Produkte einfacher, der motorisierte Individualverkehr (MIV) geht zurück, ebenso die Zahl der PKW-Besitzer zu Gunsten von Nutzungsmodellen. Allerdings gibt es aufgrund von konkurrierenden Anbietern noch keine deutschlandweite Vernetzung der Angebote.

[11] Privatwagen teilen, etwa über Mitfahrzentralen oder beispielsweise nachbarschaftlich oder mit Arbeitskollegen organisiert, um die Mobilitätskosten zu senken.

[12] besonders kompakte, für den Stadtverkehr ausgelegte Kleinstwagen

[13] „E-“ steht für „Elektro-“.

Mobilität wird sicherer und entspannter – trotz Datensicherheitsrisiken

Verkehrsmanagement funktioniert heute über individuelle Verkehrsbeeinflussung durch Kommunikation zwischen Fahrzeugen sowie Fahrzeugen und der Verkehrsinfrastruktur (C2C- und C2I-Kommunikation). Die rechtlichen Rahmenbedingungen für automatisiertes Fahren existieren für begrenzte Anwendungen, die Durchdringung des Straßenverkehrs mit hoch- oder gar vollautomatisierten Fahrzeugen ist in den Szenarien jedoch sehr unterschiedlich. Beide Stufen des automatisierten Fahrens, bei deren Technik Deutschland weltweit Marktführer ist, sorgen für mehr Sicherheit (Safety) im Straßenverkehr, eine bessere Auslastung der Infrastruktur sowie sinkende Energiekosten und weniger Stress durch gleichmäßigen Verkehrsfluss – aber auch für neue Datensicherheitsrisiken (Security).

Fluggesellschaften spezifizieren ihr Angebot

Obwohl es in dem einen Szenario zu einer leichten Abnahme der angebotenen Sitzplatzkilometer (ASK) im inländischen Luftverkehr kommt und im anderen zu einer leichten Zunahme, sind einige Voraussetzungen doch gleich: Es gibt eine starke Konsolidierung unter den Fluggesellschaften, egal ob Netzwerk-Carrier oder Low Cost Carrier (LCC). Die Airlines spezifizieren ihre Angebote, trennen Kurz- und Langstrecke stärker, bieten spezielle Services – und LCC und Netzwerk-Carrier gleichen sich besonders auf der Kurzstrecke immer mehr aneinander an.

Einstellungen

Nutzer nehmen technologische Fortschritte an

Parallelen in beiden Szenarien im Bereich Einstellungen gibt es beispielsweise bei der Offenheit für technologische Innovationen: Die Akzeptanz wächst grundsätzlich weiter. Verkehrsangebote verändern sich zudem nicht sprunghaft, sondern kontinuierlich, so dass die Bevölkerung Zeit hat, sich an Neuerungen zu gewöhnen. Darüber hinaus steigt die Emotionalisierung technischer Entwicklungen, so dass schnellere Entwicklungszyklen akzeptiert werden. Das führt auch zu einer schnelleren Marktdurchdringung mit neuen Produkten. Letztendlich haben alle erkannt, dass die soziale Integration zunehmend über die Adoption technologischer Innovationen gelingt. Entsprechend wächst auch die Bereitschaft, neue Mobilitätsangebote zu akzeptieren.

Multimodale Orientierung wächst

Gleich ist in beiden Fällen sowohl die Bereitschaft, zu nutzen statt zu besitzen, als auch die stark wachsende multimodale Orientierung. Doch die maßgeblichen Treiber sind unterschiedlich: Kosten im Szenario „Mut zur Lücke“ und gesellschaftliche Gründe im Szenario „Musterschüler“. Andere Begründungen für die stärkere multimodale Orientierung treffen auf beide Zukunftsbilder zu. Dazu gehören das breite vernetzte Angebot an Verkehrsalternativen und ihre leichtere Nutzung durch Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT).

Kapitel Drei
Szenario „Musterschüler“

Die Menschen in Deutschland sind ehrgeizig, machen ihre Hausaufgaben und das Beste aus ihrer Situation. So konnte sich das Land wirtschaftlich in den vergangenen zwanzig Jahren trotz des spürbaren demografischen Wandels weiterhin gut entwickeln. Die Wirtschaft bleibt innovationsfreudig und konkurrenzfähig, angetrieben von Einflüssen von außen wie Globalisierung und Zuwanderung. Weltweit ist die deutsche Industrie im Transportsektor führend mit technologieintensiven Produkten wie hocheffizienten Verbrennungsmotoren, Leichtbaukomponenten, Batterien, Assistenz- und Sicherheitssystemen bis hin zu hochautomatisiert fahrenden Fahrzeugen, sensorgestütztem Verkehrsmanagement und der Vernetzung von Verkehrssystemen. Dies alles wird auch im eigenen Land genutzt, nicht zuletzt bedingt durch eine umweltschutzorientierte Politik, die sich beispielsweise in den Innenstädten in mehr Lebensqualität auswirkt.

Bevölkerung ist nur leicht geschrumpft, aber älter geworden

Vor dem Hintergrund der wachsenden Weltwirtschaft und des zunehmenden Wohlstands einzelner Länder finden neue Technologien wie die aus Deutschland schnell Verbreitung. Das kurbelt den Wohlstand und die Innovationsfreude im Land an. Die deutsche Wirtschaft prosperiert, der deutsche Arbeitsmarkt ist attraktiv. Darum kommen Zuwanderer gern. Entsprechend liegt der durchschnittliche Zuwanderungssaldo pro Jahr heute bei 300 000 Menschen. Ein Drittel der Einwanderer wird angeworben und passt auf die in Deutschland vakanten Arbeitsplätze. Darüber hinaus verlassen weniger Menschen das Land, um anderswo Arbeit zu suchen, und der Wanderungsdruck aus dem Ausland (Afrika, Europa) steigt. Die deutsche Politik ist migrationsfreundlich.

Die Bevölkerung ist aufgrund der Zuwandererzahlen sowie der steigenden Lebenserwartung nur wenig von knapp 81 Mio. Menschen im Jahr 2014 auf 80,28 Mio. zurückgegangen. Die Auswirkungen des demografischen Wandels sind seit 2020 zu spüren. Immer mehr geburtenstarke Jahrgänge – geboren zwischen 1956 und 1969 – kommen ins Rentenalter und leben länger. Doch die Bevölkerungszahl nimmt kontinuierlich ab: Es sterben mehr Einwohner als geboren werden.

Die Altersstruktur der in Deutschland lebenden Menschen zeigt in Abbildung 3 den demografischen Wandel hin zu einer alternden Bevölkerung.

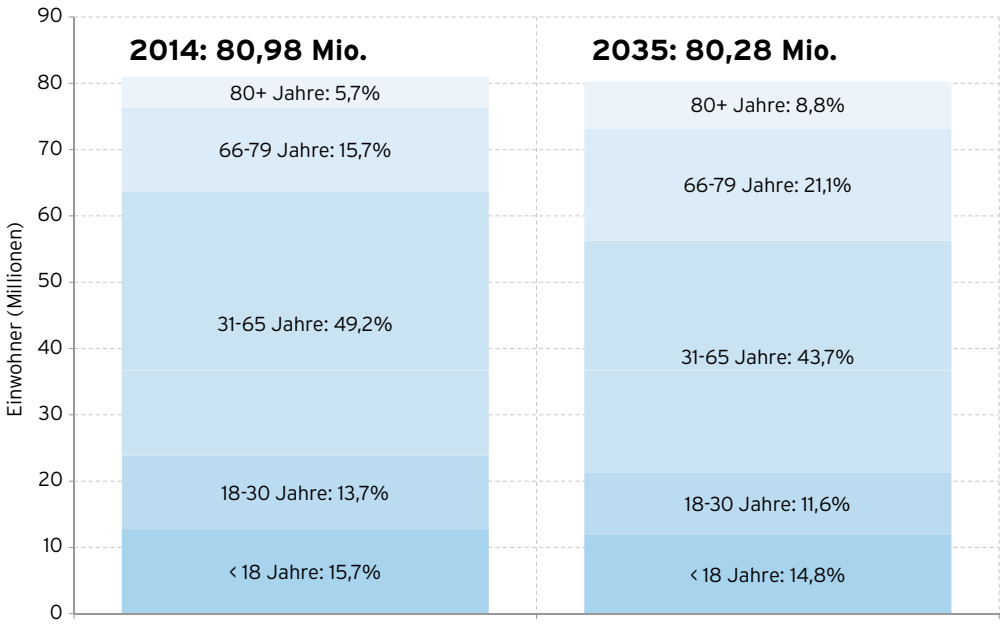


Abbildung 3: Bevölkerungsentwicklung 2014-2035; Musterschüler

Quelle: eigene Hochrechnung auf Basis Statistisches Bundesamt, 12. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung

Noch lässt sich der demografische Wandel wirtschaftlich kompensieren

Die Arbeitsproduktivität ist so groß, dass es bisher gelingt, die negativen Folgen des demografischen Wandels zu Gunsten der deutschen Wirtschaftskraft auszugleichen. In den nächsten Jahren werden die Arbeitnehmer das Schrumpfen der Erwerbsbevölkerung jedoch trotz Leistungsbereitschaft und Effizienz nicht mehr auffangen können.

Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) ist in den vergangenen zwanzig Jahren im Schnitt um 1,2 % p.a. gestiegen, fast wie von 1991 bis 2012. Umgerechnet auf die sinkende Zahl der Köpfe in Deutschland liegt die Wachstumsrate sogar bei 1,3 % p.a. und damit um 0,1 % p.a. höher als zwischen 1991 und 2012. Treiber sind die Konkurrenzfähigkeit auf dem Weltmarkt besonders mit innovativen Technologien wie hocheffizienten Verbrennungsmotoren, Leichtbau, Batterieproduktion, Assistenz- und Sicherheitssystemen bis hin zu autonom fahrenden Fahrzeugen, sensorgestütztem Verkehrsmanagement und Technologien zur Vernetzung von Mobilitätssystemen sowie eine Industriepolitik, die sich zur Förderung vielversprechender Wachstumsbranchen bekennt. Ebenso sind deutsche Dienstleistungen und deutsches Wissensmanagement gefragt. Das Arbeitsplatzangebot in diesen Segmenten gleicht den Verlust von Arbeitsplätzen in der industriellen Produktion in Deutschland aus. Statt „Made in Germany“ wird „Created in Germany“ zum neuen Markenzeichen. Die Produktion wird aus Kostengründen weiter ins Ausland verlagert, wenn auch nicht mehr so stark wie noch vor zwanzig Jahren. Der Produktionsanteil in Deutschland ist von 25 % im Jahr 2013 auf unter 20 % gesunken.

Die preisliche Wettbewerbsfähigkeit deutscher Produkte steigt in der Eurozone und in den USA weiter, aber nicht mehr so stark wie zwei Dekaden zuvor. Doch die deutschen Exporte wachsen um 0,5 % schwächer als der Welthandel. Die Einbindung unterversorgter Weltregionen in den weltweiten Warenaustausch und eine weitere Handelsliberalisierung sorgten nach 2020 für einen neuen Globalisierungsschub, so dass das Welthandelswachstum insgesamt in den vergangenen zwanzig Jahren bei 6 % p.a. lag. Schwellenländer haben es geschafft, eine höhere Wertschöpfungstiefe im eigenen Land zu erreichen, und bieten mittlerweile eigenständige Produktpaletten an. Eine bessere Organisation der Logistik lässt die Kosten im Güterverkehr weiter sinken. Die Globalisierung treibt den Güterverkehr weltweit. Ebenso wird mehr geschäftlich gereist, so dass der interkontinentale Flugverkehr von und nach Deutschland direkt und über internationale Knotenpunkte wächst. Verkehrsleistung und wirtschaftliche Entwicklung sind also weiterhin aneinander gekoppelt.

Die Möglichkeit, Videokonferenzen mittlerweile auch mit virtuellen Assistenten führen zu können, ersetzt in der Summe kaum Dienstreisen. Sie ist lediglich eine zusätzliche Option, miteinander zu kommunizieren. Der persönliche Kontakt wird weiterhin hoch geschätzt. Durch die weiter voranschreitende Globalisierung erhöht sich zudem die Zahl der erforderlichen internationalen Kontakte.

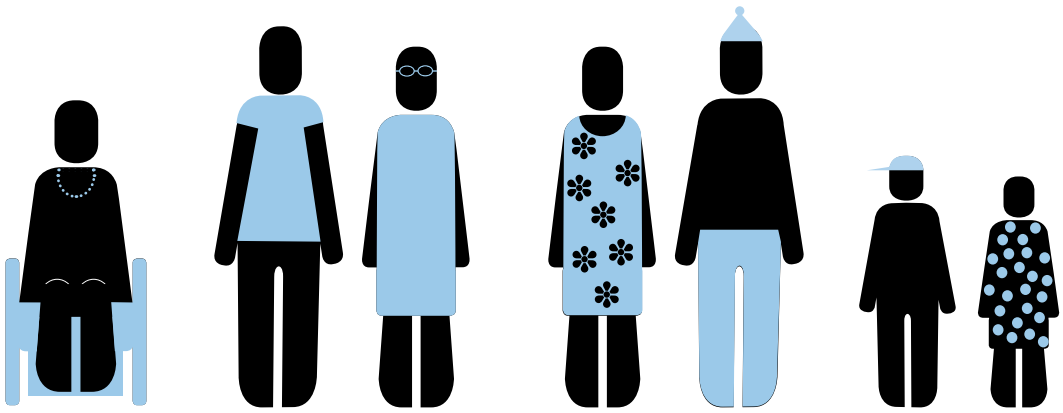
Arbeitskräftepotenzial wird weitgehend ausgeschöpft

Der Anteil der Löhne am Volkseinkommen ist in den vergangenen zwanzig Jahren stark gestiegen, das verfügbare Einkommen pro Kopf wuchs um 1,3 % p.a. Die Jahre zuvor waren geprägt durch Lohnverzicht bzw. nur geringe Einkommenssteigerungen und zum Teil real sinkende Löhne aufgrund der Arbeitsmarktsituation. Die veränderte Lage auf dem Arbeitsmarkt hat die Lohnpolitik gewandelt.

Die Eingriffstiefe des Staates in den Arbeitsmarkt ist gering. Die Erwerbslosenquote liegt bei 5,0 %, 2012 waren es 5,7 %. Frauen und ältere Arbeitnehmer sind als Arbeitskräfte umworben und höher an der Erwerbsquote beteiligt als bisher. Frauen im erwerbsfähigen Alter waren 2012 zu 72 % berufstätig, heute sind sie es zu 79 %. Menschen, die älter als 65 Jahre sind, sind zudem finanziell häufig darauf angewiesen, weiter zu arbeiten, um ihren Lebensstandard halten zu können. Ebenso konnten Langzeitarbeitslose zum Teil wieder eingegliedert werden. Die Bevölkerung strengt sich an, privat vorzusorgen, um nach dem Erwerbsleben finanziell abgesichert zu sein.

Die Politik flankiert die Maßnahmen der Unternehmen durch eine angepasste Rentenpolitik wie hohe Abschläge bei Frühverrentung und Vorgaben zur Vereinbarkeit von Familie und Beruf. Gleichzeitig werden Bildung und Fortbildung sowohl für Immigranten und Langzeitarbeitslose als auch für ältere Arbeitnehmer massiv finanziell gefördert. Einerseits, um die Bevölkerung fit für den Arbeitsmarkt zu machen, andererseits, um die Innovations- und Arbeitskraft jedes Einzelnen möglichst lang zu erhalten.

Die Fachkräftelücke ist aufgrund der guten Ausschöpfung des Arbeitskräftepotenzials fast geschlossen. Die Arbeitsorganisation hat sich sehr stark flexibilisiert. Arbeitnehmer können sich aussuchen, wie, wann und wo sie arbeiten wollen. Allerdings sorgen die Spezialisierung bei den Tätigkeiten – auch durch immer kürzere Innovationszyklen – und eine zunehmend projektorientierte Arbeit in wechselnden Teams für steigende Pendeldistanzen und eine wachsende Zahl von Pendelbewegungen und Dienstreisen. Darüber hinaus ist auch die steigende Erwerbsquote für mehr zurückzulegende Arbeitswege verantwortlich.



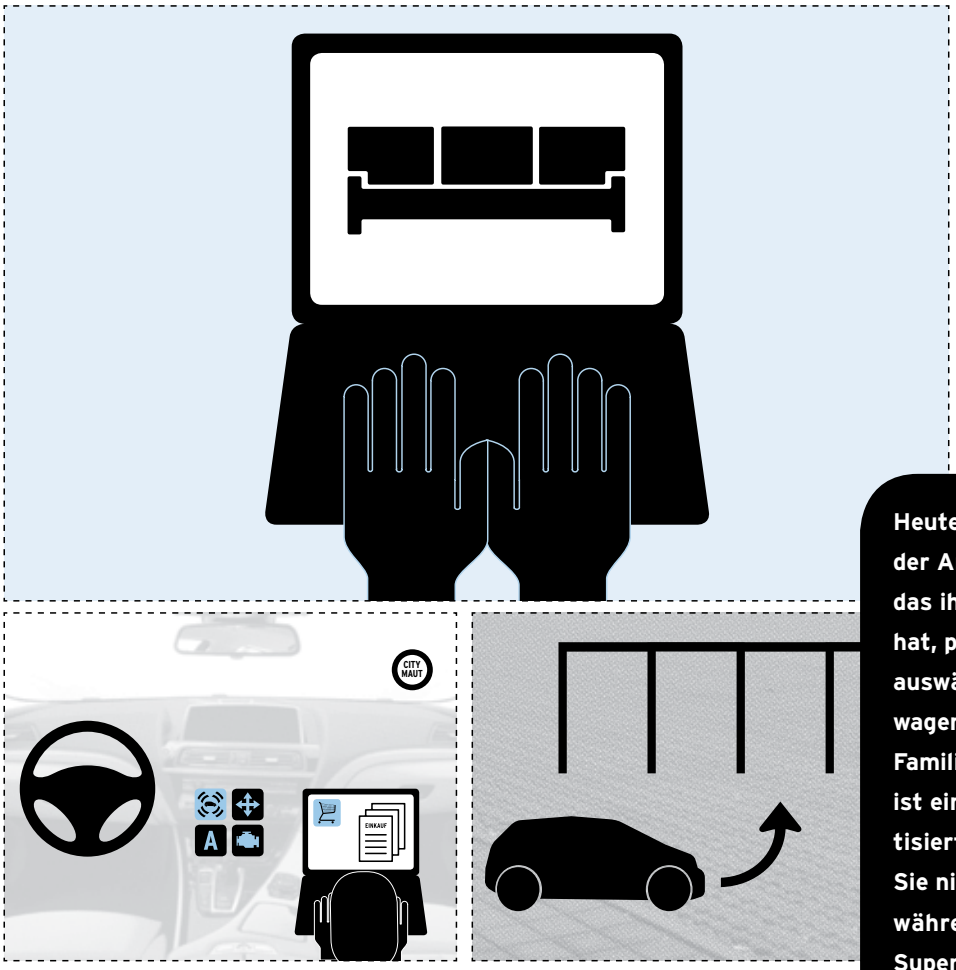
Wir stellen vor: Dies sind Thomas Huber und seine Frau Sabine, seine Tochter Marie und sein Schwiegersohn Jasper. Marie und Jasper haben zwei Kinder. Thomas ist 65, arbeitet Vollzeit in einem internationalen Team, das sich regelmäßig in Videokonferenzen trifft, und ist häufig dienstlich in Afrika. Seine Frau Sabine ist 63 und ebenfalls voll beschäftigt. Allerdings nutzt sie regelmäßig Homeoffice-Tage oder arbeitet auch mal am Abend, um etwas flexibler auf die Bedürfnisse der Familie reagieren zu können. Sei es, um die fast 90-jährige Mutter von Thomas auf dem Land zu versorgen, oder um sich in Notfällen um die Enkel kümmern zu können. Auch Marie und Jasper arbeiten Vollzeit, Jasper derzeit in einer anderen Stadt. Er kommt nicht jeden Abend nach Hause. Die Kinder werden in der Ganztagsschule und in der Kindertagesstätte betreut.

Fachgeschäfte und Online-Handel bestimmen das Einkaufsvergnügen

Auch das Konsumverhalten hat sich verändert. Es beeinflusst ebenfalls die Mobilität: Einerseits wächst der Online-Handel stark, allein schon aufgrund der Zahl der Menschen, die mit dieser Einkaufsmethode groß geworden ist. Er macht diverse Einkaufsfahrten überflüssig. Andererseits fahren die Menschen gern in die Innenstädte, um die Produkte, die sie kaufen möchten, anfassen und auswählen zu können. Ältere genießen das Shopping-Erlebnis ebenso wie Erwerbstätige, für die die Öffnungszeiten heute noch flexibler als bereits vor zwanzig Jahren sind. Die Angst vor der Verödung der Innenstädte durch Einkaufszentren im Umland hat sich als unbegründet erwiesen, die Stadtkerne gewinnen einerseits an Attraktivität durch mehr Wohnbevölkerung und andererseits durch kleine und feine Geschäfte, die als Showrooms dienen. Für den Besuch der Innenstädte wird entweder der ÖPNV genutzt oder das eigene Fahrzeug – soweit mit dem PKW eine Fahrt in die stärker regulierten Kernstädte möglich ist.

In den Stadtkernen finden PKW meist selbst einen Parkplatz, entweder durch C2I-Kommunikation oder auch durch Kommunikation untereinander (C2C-Kommunikation). Darüber hinaus sind frühere Parkhäuser zu vollautomatisierten Parkierungsanlagen umgebaut worden und fassen nun rund 40 % mehr Fahrzeuge als noch vor zwanzig Jahren, Neubauten sogar 60 % mehr. War die Möglichkeit für einen Neubau gegeben, sind oft automatisierte Parkhäuser entstanden, die ähnlich wie ein Hochregallager mit verschiebbarem Aufzug funktionieren. Gleich ist bei allen, dass die Fahrzeuge vollautomatisch geparkt werden. Wie bereits seit 2014 am Flughafen Düsseldorf möglich, lassen die Autofahrer ihren Wagen auf einem Stellplatz am Parkhauseingang oder in einer Übergabebox stehen. Dort übernimmt ein Roboter das Fahrzeug, der zuerst das Auto vermisst, sich dann der Größe der Karosserie anpasst, das Chassis wie ein Gabelstapler um wenige Zentimeter anhebt und daraufhin den Wagen zum für ihn vorgesehenen Stellplatz transportiert. Da die Roboter auf der Stelle drehen können, benötigen sie weniger Platz zum Rangieren als Autos. Entsprechend schmaler können die Wege zwischen den Fahrzeugreihen und den einzelnen Fahrzeugen sein.

Doch eine stetig wachsende Zahl von Kunden benötigt keinen PKW, um die Einkäufe nach Hause zu transportieren. Sie lässt sich die Produkte schicken – egal, ob aus dem Online-Kauf oder von der Shopping Tour in der Innenstadt. Entsprechend nimmt der lokale Lieferverkehr stark zu, wird allerdings durch eine Konsolidierung bei den Logistikdienstleistern und eine bessere Organisation der Dienste, die zu weniger Fahrten führt, abgefedert.



Heute wollen Sabine und Thomas nach der Arbeit in der Innenstadt das Sofa, das ihnen im Internet so gut gefallen hat, probesitzen und einen Polsterstoff auswählen. Sabine fährt mit dem Privatwagen, den sie sich mit zwei anderen Familien in der Nachbarschaft teilt. Es ist ein hocheffizientes und vollautomatisiertes Auto mit Verbrennungsmotor. Sie nimmt die Citymaut in Kauf, erledigt während der Fahrt Besorgungen per Supermarkt-App und lässt den PKW vor Ort selbst einen Parkplatz suchen.

Moderat gestiegener Ölpreis dämpft Entwicklung der Verkehrsleistung nicht

Der Weltmarkt-Rohölpreis liegt bei 140 USD je Barrel (bbl), 2013 waren es 105 USD/bbl. Die Schwankungen in den vorangegangenen Dekaden waren groß. Doch der Einfluss des Ölpreises auf die PKW-Verkehrsleistung oder die Entwicklung noch energieeffizienterer Technologien bzw. alternativer Antriebe wird aufgrund der guten Einkommenssituation in Deutschland, aber auch durch weitere Verbrauchsreduktionen sowie ein bereits deutlich gestiegenes Angebot an alternativ angetriebenen Fahrzeugen abgeschwächt. Dass der Ölpreis nicht höher liegt, ist auch der globalen Erschließung unkonventioneller Quellen wie Ölsanden mit weniger Aufwand als noch vor zwanzig Jahren gedacht zu verdanken.

Der Gaspreis ist mit 12 USD je Million British thermal units (MBtu) ebenfalls auf einer Höhe, die weder einen größeren Anteil von komprimiertem (CNG) oder flüssigem (LNG) Erdgas im Personenverkehr erwarten lässt noch einen hohen Anreiz zur Investition in eine Erdgasinfrastruktur darstellt.

Zahl der E-Fahrzeuge deutlich gewachsen

Der Anteil erneuerbarer Energien am Strommix beträgt in Deutschland mittlerweile 60 %, 2013 waren es 25,4 %. Rund 8 Mio. E-Mobile sind allein in Deutschland zugelassen. Die hohe Nutzerakzeptanz für Elektromobilität nicht nur hierzulande führt dazu, dass die weltweite Nachfrage nach E-Fahrzeugen groß ist. Sie wird unter anderem durch einen Einstellungswandel bei den Nutzern und die technischen Verbesserungen bei den Fahrzeugen gestützt. E-Autos stellen heute eine attraktive Alternative zu den sparsamen konventionellen PKW dar.

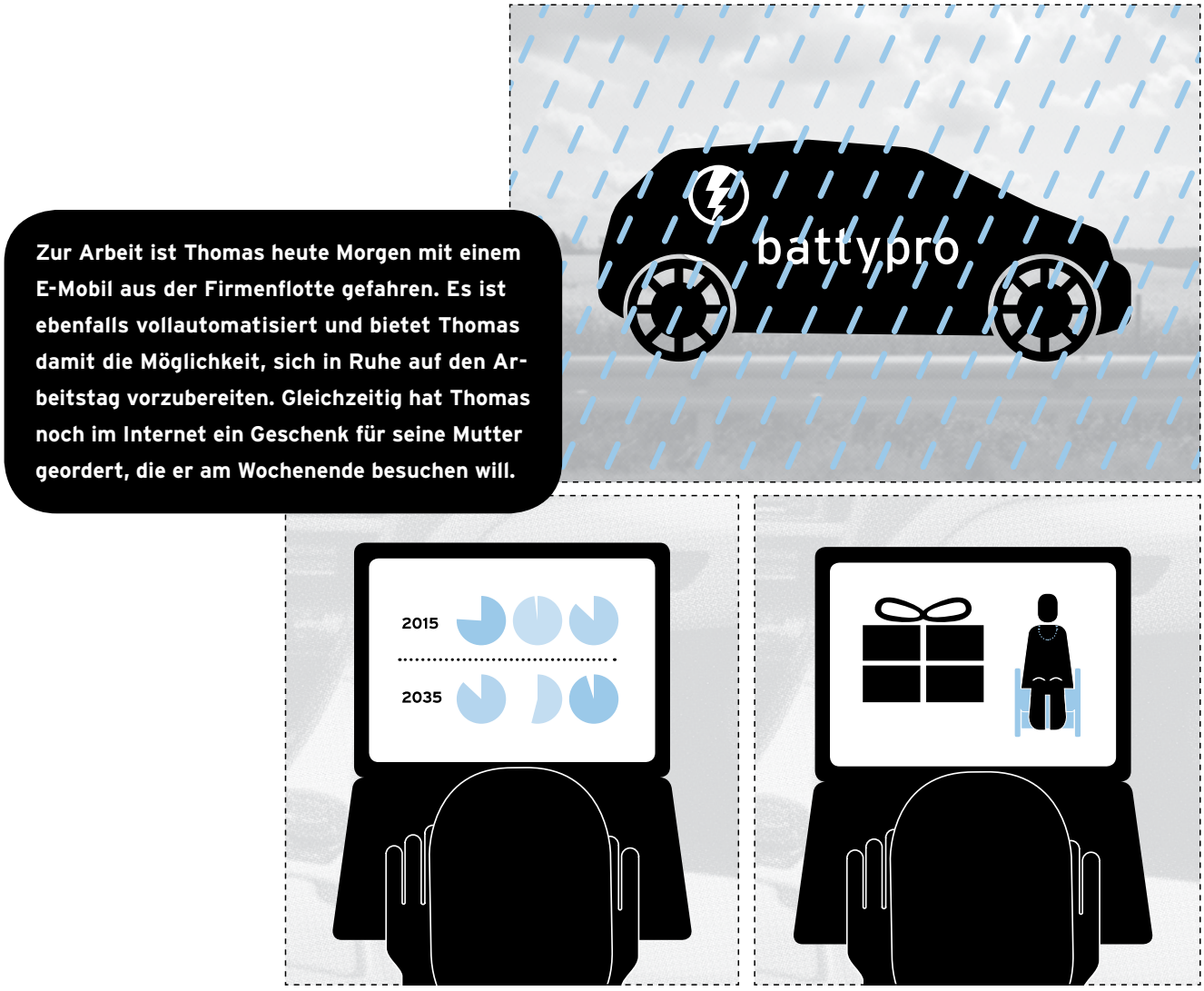
Die Marktentwicklung der E-Mobilität wurde über Car-Sharing-Angebote sowie über die Integration der E-Fahrzeuge in die Dienstwagen- und Firmenflotten der Unternehmen im Rahmen der Corporate Social Responsibility vorangetrieben. Für private Interessenten ergänzen die Fahrzeughersteller ihre Angebote mit zusätzlichen Mobilitätsdienstleistungen wie der kostengünstigen Nutzung anderer PKW für den Familienurlaub. Die Ladeinfrastruktur ist auch im öffentlichen Raum gut ausgebaut, wobei vor allem zuhause und während der Arbeitszeit geladen wird. Induktive Lademöglichkeiten haben sich aus Kostengründen sowie aufgrund von Wirkungsgradverlusten und physischen Grenzen nur im Heimanwendungsbereich durchgesetzt. Die Menge an Elektroautos und ihre Vernetzung über IT-Plattformen ermöglichen eine sinnvolle Verknüpfung von Stromsystem und Elektromobilität. So trägt das Mobilitätssystem zur Stabilisierung des Stromnetzes bei und gleicht die Mengenschwankungen in der Produktion von Strom durch Wind- und Sonnenenergie zum Teil aus. Stromwirtschaft und Abnehmer managen die Stromlasten gemeinsam.

Die Fahrzeugnachfrage macht es auch möglich, dass die Systemkosten für Batterien – heute Post-Lithium-Ionen-Batterien, beispielsweise mit Lithium-Schwefel-Technologie – von 380 EUR/kWh im Jahr 2013 auf 120 EUR/kWh gesunken sind. Doch nicht nur die Kosten für Batterien sind stark zurückgegangen, ihre Zyklenfestigkeit ist ebenso gestiegen wie die Energiedichte der Zellen, was zu deutlich höheren Reichweiten geführt hat. Dies wird zudem unterstützt durch immer leichtere Fahrzeuge.

Vor zwanzig Jahren war noch nicht abzusehen, dass es durch eine gemeinsame europäische Forschungsinitiative sowie den Wiederaufbau einer Batterieproduktion in Deutschland bis 2035 gelingen würde, in die Herstellung von wettbewerbsfähigen Zellen einzusteigen und damit führend auch in diesem Bereich der E-Mobilität zu werden. Entsprechend werden Elektrofahrzeuge immer günstiger, hocheffiziente Verbrenner jedoch teurer, da jedes weitere Gramm CO_2-Reduzierung nur aufwändig und damit kostenintensiv realisiert werden kann, jedes weitere hergestellte E-Auto inklusive Batterie die Produktionskosten dagegen sinken lässt. Die Preisschere hat sich geschlossen. E-Mobile bieten zunehmend Preisvorteile gegenüber PKW mit Verbrennungsmotoren – egal, ob ausgelegt für Benzin, Diesel, Gas oder Biokraftstoff.

Auf deutschen Straßen fahren zunehmend rein batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) mit mehr als 400 km Reichweite und fünf Sitzplätzen. Die Zahl der Plug-in-Hybride, die zusätzlich zum Elektromotor auch über einen Verbrennungsmotor angetrieben werden können (PHEV), und der Fahrzeuge, deren Batterie durch den Verbrennungsmotor aufgeladen werden kann (Range Extender, REEV), war nach 2015 zunächst stärker angestiegen.

Doch sie sind Übergangstechnologien mit beschränkten Marktanteilen geblieben. Heute sind vor allem Fahrzeuge der gehobenen Mittel- und der Oberklasse noch häufig Hybride[14] oder mit Range Extendern ausgestattet. Langfristig wird bei Fahrzeugen der Oberklasse mit dem Einsatz von Wasserstoff gerechnet, obwohl rein batterieelektrische Fahrzeuge Wasserstofffahrzeugen in der Energieeffizienz überlegen sind, wenn erneuerbarer Strom getankt oder für die Elektrolyse genutzt wird. Letztendlich befruchten sich Elektromobilität und Wasserstofftechnologie, beide treiben Elektromotoren.



[14] In Hybridfahrzeugen sind zwei Antriebe miteinander kombiniert, um die Schwächen des jeweils anderen zu kompensieren und die jeweiligen Stärken zu nutzen.

Wasserstoff ist noch Nischentechnologie

Noch aber spielt Wasserstoff im Mobilitätsenergiemix kaum eine Rolle. Es gibt erst knapp 75 000 in Deutschland zugelassene Wasserstofffahrzeuge. Die Technologie ist weiterhin sehr teuer und aufwändig. Weder ist bereits ein Ersatz für Edelmetalle als Bestandteil der Brennstoffzellen gefunden, noch ist die Entwicklung von temperaturflexiblen Brennstoffzellen für die Großserienfertigung bis heute gelungen. Zudem kann infrastrukturell bisher nur von Insellösungen zur Betankung solcher Fahrzeuge gesprochen werden.

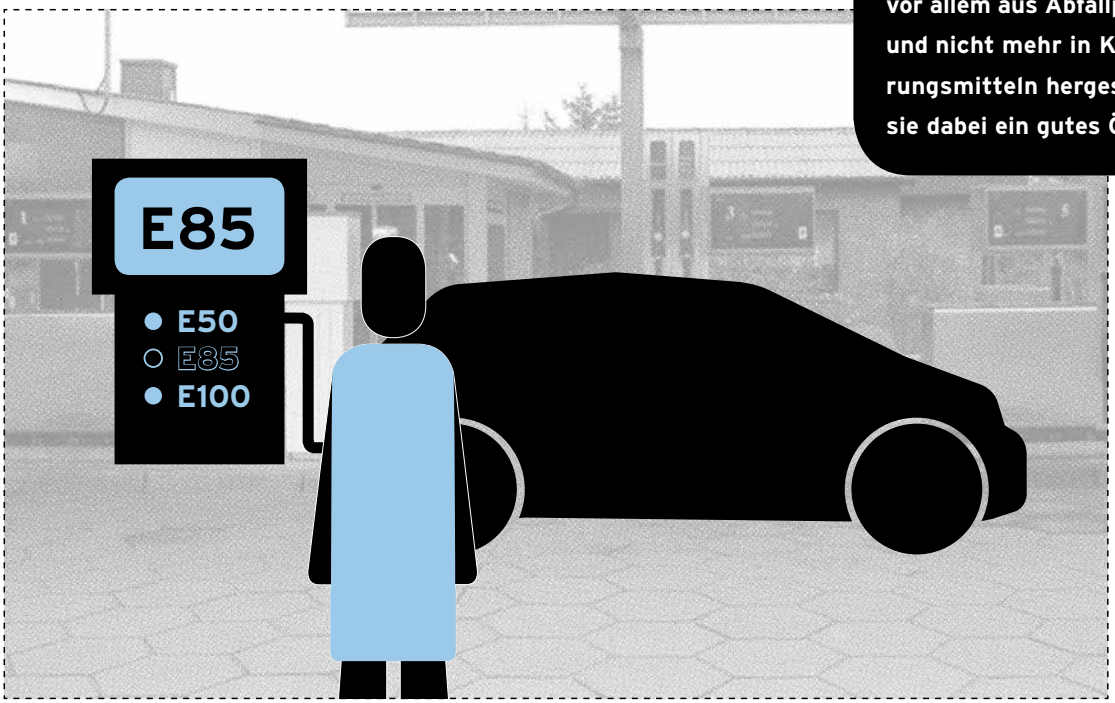
Bioethanol gewinnt an Bedeutung

Biokraftstoffe der nächsten Generation haben einen Marktanteil am gesamten Energiemix im Antriebsbereich von 20 % erlangt. Es ist gelungen, im großen Maßstab Biokraftstoffe aus Lignozellulose, die aus Pflanzenabfällen stammt, zu gewinnen. Darüber hinaus ist die Zertifizierung von Biokraftstoffen mittlerweile so ausgestaltet, dass keine Umwidmung von Wäldern in Agrarflächen mehr erfolgt und Treibhausgase eindeutig nachweisbar reduziert werden. Entsprechend besteht der Nutzungskonflikt für Flächen zwischen dem Anbau von Biotreibstoff oder Nahrungsmitteln nicht mehr wie noch vor zwanzig Jahren. Damit einhergehend akzeptiert die Bevölkerung Biokraftstoffe als Treibstoffergänzung oder -ersatz.

Allerdings ist der Anteil von Biofuels, der zur Substitution von Diesel oder Kerosin geeignet ist, noch sehr gering. Bioethanol eignet sich aufgrund des Sauerstoffanteils im Molekülaufbau nicht. Daher fließt der Teil der Biokraftstoffproduktion, der aus der Hydrierung von Ölen und Fetten stammt, in den Ersatz von Kerosin und wird kaum dem Diesel beigemischt. Nur so lässt sich dem Ziel der EU, bis 2050 40 % der benötigten Flugkraftstoffe nachhaltig zu gewinnen (Europäische Kommission, 2011), näher kommen. Biokerosin und -diesel aus Glukose über eine Fermentation bzw. Katalyse durch Algen zu gewinnen, ist noch nicht in großem Maßstab möglich. Benzin dagegen kann problemlos durch Bioethanol ersetzt oder die Beimischungsquote erhöht werden, es ist genug Bioethanol vorhanden. Range Extender sind heute beispielsweise von vornherein für E50- oder E85-Kraftstoffe ausgelegt.

Akzeptanz des Luftverkehrs ist gestiegen

Im inländischen Luftverkehr hat das Angebot an Sitzplatzkilometern in den vergangenen zwanzig Jahren leicht zugenommen, weil die Wirtschaft prosperiert. Die Zahl der Urlaubs- und Geschäftsflüge steigt weiterhin moderat, die multilokale Lebensweise vieler Wochenendpendler sorgt ebenfalls für mehr Flugnachfrage. Darüber hinaus starten und landen mehr Flugzeuge, die Deutschland mit Hubs im Ausland verbinden. Und internationale Langstreckenrelationen von und nach deutschen Flughäfen nehmen unter anderem aufgrund der stetigen Migration und des wachsenden internationalen Tourismus deutlich stärker zu als der rein innerdeutsche Luftverkehr.



Sabine betankt den Privatwagen häufig mit Bioethanol. Seit die Biokraftstoffe vor allem aus Abfallprodukten gewonnen und nicht mehr in Konkurrenz zu Nahrungsmitteln hergestellt werden, hat sie dabei ein gutes Öko-Gewissen.

Nutzer finanzieren die Infrastruktur mit

Die deutsche Infrastruktur ist heute in einem besseren Zustand als noch vor zwanzig Jahren. Den Modernitätsgrad[15] der Infrastruktur zu verbessern, war zwar teuer, doch die seit Jahren erfreuliche Wirtschaftssituation hat dafür gesorgt, dass einerseits privates Geld nach Anlagemöglichkeiten gesucht hat und andererseits die Staatseinnahmen kontinuierlich gestiegen sind. Darüber hinaus finanzieren die Nutzer heute die Infrastruktur stärker als noch vor zwei Dekaden mit. Sowohl der Kraftfahrer-Preisindex als auch die Kosten für Bahn- und ÖPNV-Nutzung sind entsprechend gestiegen.

Voraussetzung für die Investitionen in den Ausbau und Erhalt der Verkehrsinfrastruktur durch Bund und Länder war die Erkenntnis, dass eine marode Infrastruktur der deutschen Wirtschaftskraft deutlich im Wege steht. Dies führte Ende der 2010er Jahre zu einer Priorisierung von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen in der Haushaltspolitik, gefolgt von der Einführung diverser zeitlich, räumlich und nach CO_2-Ausstoß differenzierender Mautmodelle, verstärkter Parkraumbewirtschaftung, einem Infrastrukturfonds und Fahrpreiserhöhungen im öffentlichen Verkehr. Verstetigung und Überjährigkeit kennzeichnen heute die Politik, die zu einer besseren Qualität der Straßeninfrastruktur geführt hat. Diese wiederum verkürzt Reisezeiten und stärkt die Zuverlässigkeit von Verkehrsverbindungen sowie die allgemeine Verkehrssicherheit.

[15] Die Verhältniszahl, die den monetären Wert eines Bestands zu einem bestimmten Zeitpunkt dem Neuwert gegenüberstellt.

Investitionen in die Infrastruktur sind auch der Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge und dem sensorgestützten Verkehrsmanagement zugute gekommen und hier in den Ausbau der C2I-Kommunikation geflossen. Das Verkehrsmanagement ist heute technisch ausgereift, individuell, sowohl auf Fernstraßen als auch im städtischen Raum installiert und gilt für den LKW- ebenso wie für den PKW-Verkehr und den ÖV. Im ÖPNV befördert es die Vernetzung der Angebote.

Das Datenmanagement ist dezentral bei Verkehrs- und Betriebsleitzentralen organisiert, die Hoheit der über die Infrastruktur ermittelten Daten liegt beim Bundesverkehrsministerium. In einen deutschen Datenpool fließen auch die Daten von Fahrzeug- und IKT-Herstellern zur gemeinsamen Nutzung. Gleichzeitig sind neue Sicherheitsrisiken und Datenschutzproblematiken aufgetreten. Hier wird kontinuierlich und mit Hochdruck an Lösungen gearbeitet.

Automatisiertes Fahren bietet mehr Sicherheit

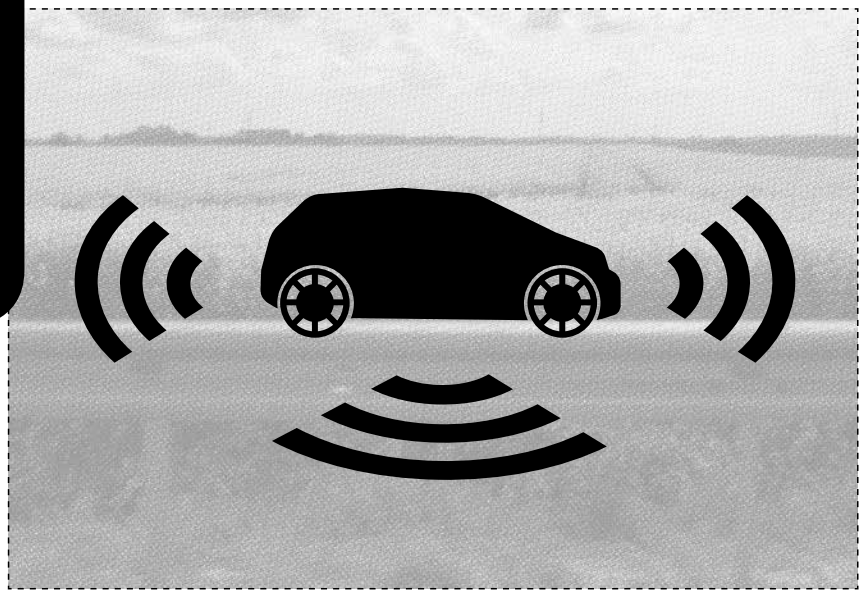
Seit 2015 sind alle Neufahrzeuge in der EU mit einem selbsttätigen Notruf per E-Call-Funktion ausgestattet, seit den frühen 2020er Jahren sind bereits alle neu zugelassenen PKW mit Systemen wie Spurhalteassistenten und automatischen Abstandshaltern ausgerüstet und teilautomatisiert unterwegs. Die rechtlichen Rahmenbedingungen für automatisiertes Fahren existieren. Hoch- und vollautomatisiertes Fahren sind gesellschaftlich bereits weitgehend akzeptiert, Pfadabhängigkeiten haben aber bisher nur zu einer schrittweisen Einführung geführt. Die Marktdurchdringung mit vollautomatisierten Fahrzeugen ist deshalb noch überschaubar, tendenziell aber stark steigend. Vor allem vollautomatisiertes Fahren bietet zum Teil Handlungsfreiheit während der Fahrt und damit einen neuen Wert, der in den Lifestyle eingehen kann – egal, ob gearbeitet, gespielt oder kommuniziert wird. Die Technologien in diesem Bereich sorgen – wie auch die Verbesserungen im Verkehrsmanagement, der Infrastruktur hin zu Smart Cities[16] und bei den Sicherheitsassistenten – für eine höhere Zuverlässigkeit, gesteigerte Sicherheit (Safety), eine bessere Auslastung der Infrastruktur und sinkende Energiekosten durch gleichmäßigen Verkehrsfluss, aber ebenfalls für neue Datensicherheitsrisiken: Wie schützt man ein Fahrzeug, das auf den ständigen Datenaustausch mit seiner Umgebung angewiesen ist, vor von außen eingeschleuster Schadsoftware? Es geht schließlich nicht allein um Datensicherheit (Security), sondern um Leben.

Die Entwicklung von Sicherheitsassistenten und automatisiertem Fahren geht längst Hand in Hand. Automatisiertes Fahren treibt sensorgestütztes Verkehrsmanagement, macht C2I-Kommunikation durch ausgereifte C2C-Kommunikation aber zum Teil auch überflüssig.

Bereits seit Mitte der 2020er Jahre ist durch den Anstieg des Automatisierungsgrads ein Effekt in der PKW-Nutzung erkennbar: Es werden tendenziell wieder mehr Wege und auch längere Strecken mit dem PKW zurückgelegt, weil die Belastung hinter dem Lenkrad deutlich zurückgegangen ist.

[16] „Smart City“ ist ein Sammelbegriff für gesamtheitliche Entwicklungskonzepte, die Städte effizienter, technologisch fortschrittlicher, grüner und sozial inklusiver gestalten sollen. Diese Konzepte beinhalten technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Innovationen.

Thomas und Sabine sind begeistert von den Möglichkeiten, die sich ihnen durch vollautomatisierte Fahrzeuge eröffnen. Arbeiten, einkaufen, sich entspannen – und das alles in der privaten Atmosphäre eines eigenen Autos. Sie warten ungeduldig auf die Genehmigung autonom fahrender PKW, die keinerlei Überwachung und Eingriff eines Fahrers im Notfall mehr fordern, um all die neuen Möglichkeiten noch besser nutzen und noch sicherer unterwegs sein zu können.



Erste vollautomatisierte Fahrzeuge, die sich ohne die Notwendigkeit eines Fahrereingriffs in bestimmten Situationen autonom im Verkehr bewegen, sind aufgrund des erweiterten rechtlichen Rahmens für Hochautomatisierung im Transportsektor mittlerweile testweise auch in Innenstadträumen unterwegs und haben großes Potenzial, Car Sharing zu revolutionieren sowie dem MIV einen weiteren Auftrieb zu geben. Beispielsweise könnten auch derzeit wenig mobile Personen an Mobilität gewinnen.

Negative Umweltwirkungen von Verkehr nehmen ab

Wie schon beschrieben, ist der CO_2-Ausstoß in Deutschland gegenüber den Werten von 1990 um 60 % zurückgegangen. PKW dürfen im Neuwagenflottenschnitt nur noch 65 g CO_2 pro km emittieren (Tank to Wheel). Die Luftqualität in Städten ist heute besser als noch vor zwanzig Jahren. Eine sukzessive Verschärfung der fahrzeugbezogenen Emissionsregulierung für Feinstaub und deren Erweiterung um Emittenten wie Reifen- oder Bremsenabrieb in den vergangenen Jahren hat dafür gesorgt. Die strengere Regulierung ist unter anderem der zunehmenden Sensibilisierung der Bevölkerung für die Gesundheitsfolgen geschuldet. Sie wirkt sich beispielsweise in zonen- und fahrzeugtypbezogenen Fahrbeschränkungen, der Förderung von Forschung an neuen Technologien zur Vermeidung von Feinstaubemissionen und einem flankierenden Ausbau des emissionsfreien öffentlichen Verkehrs sowie einer weiteren Vernetzung der Angebote aus. Die fortschrittliche Energiepolitik Deutschlands hat einen nachhaltigen Einfluss auf die wirtschaftliche Entwicklung des Landes.

PKW-Verkehr in Innenstädten ist stark reguliert

Die Regulierungen für den PKW-Verkehr in Städten sind stringent verschärft worden, um die Lebensqualität für die Bewohner zu erhöhen. Immer mehr Innenstadtquartiere sind sogar fast komplett autofrei. Stattdessen ist dort ein attraktives und barrierefreies ÖPNV-Angebot vorhanden. Entsprechend ist Wohnen in den Stadtkernen begehrt und geht mit einem veränderten Mobilitätsverhalten in Städten einher: Es zeigt sich in einer deutlichen Verlagerung der zu erledigenden Wege auf den ÖPNV und den nicht motorisierten Verkehr.

Die EU-Kommission hat bereits 2011 in ihrem „Weißbuch Verkehr 2050“ festgelegt, dass konventionell angetriebene Autos im Stadtverkehr im Jahr 2050 nicht mehr erlaubt sind und sich ihre Anzahl bis 2030 gegenüber den 1990 zugelassenen Fahrzeugen halbieren sollte (Europäische Kommission, 2011). Entsprechend werden zur Kontrolle und Regulierung der Stadträume dynamische Systeme eingesetzt wie eine emissions- und tageszeitenabhängige Citymaut mit Sondertarifen für Car-Sharing- und Elektrofahrzeuge in den Innenstädten. Damit einher gehen eine stetige Förderung des Radverkehrs etwa durch Radverkehrsstreifen, Radstraßen und Fahrradstationen sowie der Ausbau des ÖPNVs. Wie ebenfalls schon im Weißbuch festgelegt, ist seit 2030 in größeren städtischen Zentren die Stadtlogistik im Wesentlichen CO_2-frei.

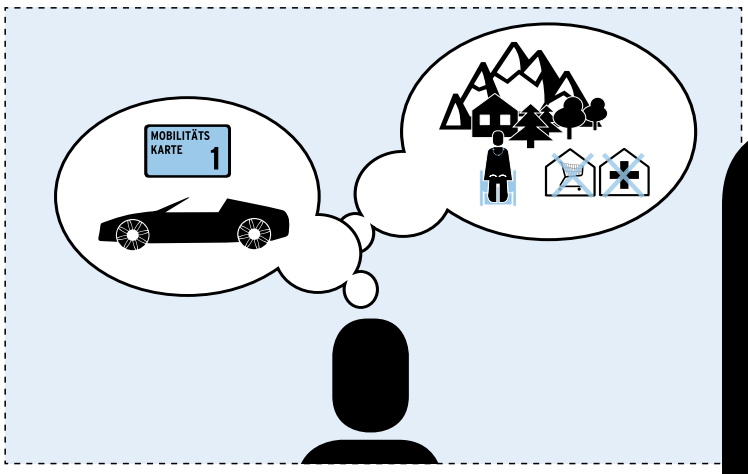
Niemand zieht heute mehr aufgrund der Abgas- und Lärmbelastungen aus der Stadt aufs Land. Aus der autogerechten wird zunehmend auch planerisch die menschengerechte Stadt.

Vernetzung erleichtert Mobilität

Die Menschen wohnen in Deutschland mehrheitlich in den zunehmend attraktiver werdenden Städten. Der stete Zuzug in Kernstädte und suburbane Räume von wirtschaftlich prosperierenden Gebieten mit Arbeitsplätzen und Infrastruktur hält bei allen Bevölkerungsgruppen an. Es leben immer weniger Menschen in wirtschaftlich schwachen Regionen, die häufig auf dem Land, aber auch in ehemals wirtschaftlich gesunden Städten etwa im Ruhrgebiet zu finden sind.

Was heißt das für die Mobilität? Pendelbeziehungen zwischen den Bewohnern von Metropolen nehmen noch zu. Auszubildende und Studenten sind weiterhin regelmäßig auf Langstrecken mobil. Die Nutzung sozialer Medien hat zur Folge, dass bestehende Beziehungen auch über weite Distanzen aufrechterhalten werden können. Dies sorgt einerseits für eine verstärkte Reisetätigkeit und andererseits für den Ersatz von Besuchen durch den Kontakt beispielsweise über audiovisuelle Internetdienste. Soziale Medien erleichtern auch die Suche nach einer Mitfahrgelegenheit zum oder Unterkunft am Reiseziel und begünstigen durch verbesserte Möglichkeiten zur Organisation die Reisemobilität.

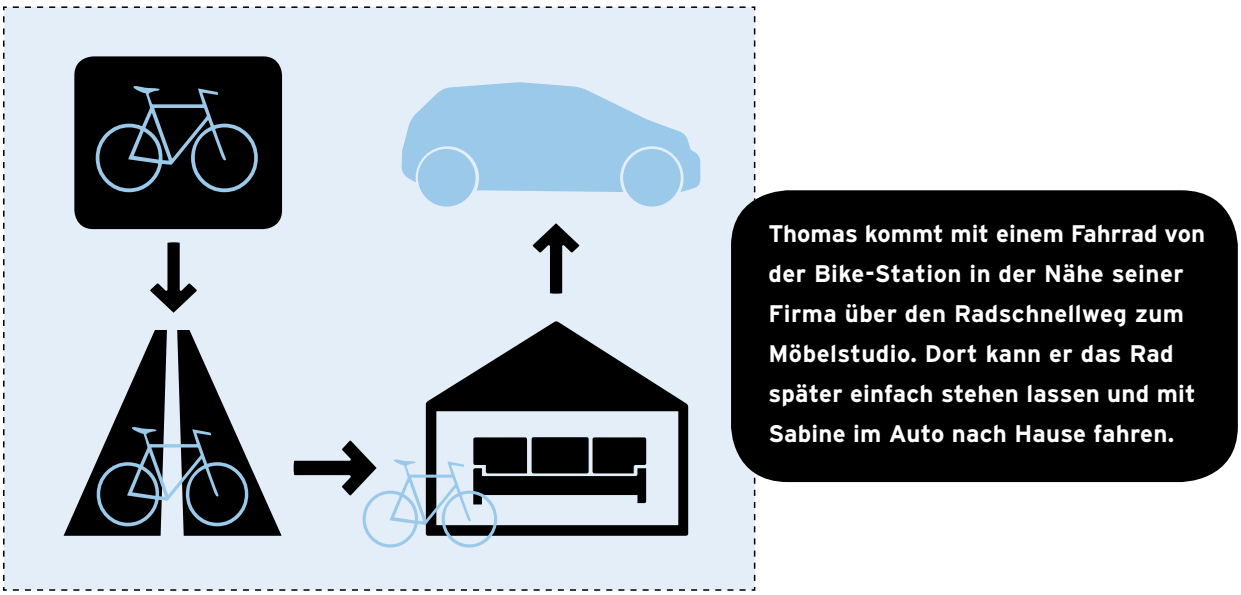
In Ballungsräumen steigt das Angebot an neuen Mobilitätsdienstleistungen, die durch IKT und Bündelung an Knotenpunkten trotz unterschiedlicher Anbieter immer besser miteinander vernetzt werden – nicht zuletzt, weil die Nutzer dies fordern und durch die gute Wirtschaftslage genug finanzielle Mittel dafür zur Verfügung stehen. Politisch ist die verstärkte Vernetzung gewollt, um Ziele zur Verlagerung von Verkehr auf umweltfreundliche Verkehrsmittel zu erreichen. Entsprechend wächst die Nutzung des ÖPNVs, aber auch von Fernbahnen und -bussen und MIV-Alternativen zum eigenen PKW. Doch es gibt Einschränkungen: In Städten gewinnt die Eigenwirtschaftlichkeit der öffentlichen Verkehre noch stärker an Bedeutung. Gleichzeitig werden im immer weniger besiedelten ländlichen Raum die Angebote im öffentlichen Verkehr differenzierter. Die Mittel der öffentlichen Hand stagnieren auf dem Niveau von vor zwanzig Jahren, reichen aber nicht mehr für ein ÖPNV-Angebot wie noch vor zwei Dekaden. Das Angebot auf dem Land ist ausgedünnt. Die Verteilung der Mittel erfolgt verstärkt nachfrageorientiert, berücksichtigt aber die Daseinsvorsorge im ländlichen Raum weiterhin durch abgestimmte Angebote wie Busse und Postfahrzeuge, die sowohl Personen als auch Fracht befördern. Ergänzend organisieren Gemeinden Beförderungsmöglichkeiten wie Bürgerbusse. So weit es möglich ist, sind die Fahrpläne weiterhin mit dem ÖPNV-Netz am Stadtrand verknüpft. Das schrumpfende ÖV-Angebot in ländlichen Regionen führt aber dazu, dass die dort lebenden Menschen – vornehmlich Ältere – zunehmend auf private PKW angewiesen sind.



Mit öffentlichen Verkehrsmitteln erreichen Thomas und Sabine die Mutter auf dem Land nur noch schlecht. Außerdem bringen sie ihr den Wocheneinkauf und Getränke vorbei, da ist ein Auto praktischer. Thomas überlegt, ob er sich mit Sabine ein Cabrio gönnen soll, seine 1.-Klasse-Mobilitätskarte bietet auch Car Sharing vom Feinsten. Sabine und Thomas sind vor einigen Jahren vom Land an den Stadtrand gezogen, um endlich häufiger ins Kino und Theater gehen sowie die Enkelkinder besser mitbetreuen zu können. Doch die Mutter will in ihrer Gemeinde bleiben, obwohl Supermarkt und Arzt längst so weit weg liegen, dass sie nicht mehr allein dorthin gelangen kann und der Lebensmittellieferservice zu teuer ist. Die Gemeinde organisiert Fahrdienste und alle paar Wochen eine ärztliche Sprechstunde.

Multimodale Orientierung sorgt für ausgewogeneren Modal Split

Die multimodale Orientierung als Ausdruck einer grundsätzlich aufgeschlossenen Einstellung gegenüber verschiedenen Verkehrsmitteln nimmt seit Jahren stark zu. Treiber sind gesellschaftliche Gründe, etwa die wachsende ökologische Verantwortung oder der Kohorteneffekt, bei dem eine junge Generation ihr Verkehrsmittelwahlverhalten mit ins Alter nimmt. Gern profilieren sich Einzelne auch mit besonders geschickt gewählten Mobilitätsketten. Für die Mobilität bedeutet das eine ausgewogenere Nutzung aller Möglichkeiten, wenngleich der PKW nach wie vor das dominierende Verkehrsmittel ist.



Ökologisches Verhalten wird zum Lifestyle-Trend

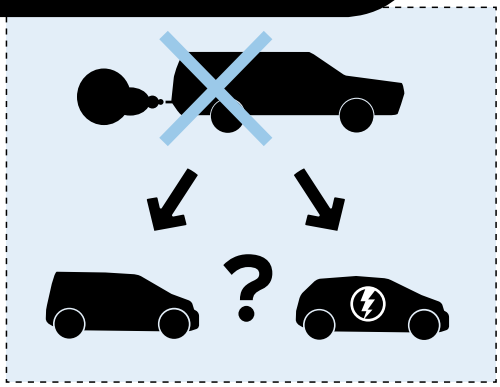
Die persönlich empfundene ökologische Verantwortung befand sich in den vergangenen Jahrzehnten bereits auf einem hohen Niveau und wächst stetig, vor allem in gesellschaftlichen Leitmilieus. Das hat viele Ursachen: Einerseits empfindet der Einzelne seinen persönlichen Wohlstand aufgrund von Naturkatastrophen als zunehmend gefährdet, andererseits steigt der politische Außendruck auf die Emissionswerte Deutschlands. Kein Bürger will in der Welt als Umweltverschmutzer dastehen. Gleichzeitig erleichtert ein technologischer Schub, etwa bei hocheffizienten Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren und bei Elektrofahrzeugen, ein weitgehend ökologisches Verhalten. Die Industrie bietet auf Wunsch der Kunden in allen Segmenten energieeffizientere Autos an. Zudem haben die Bürger die längerfristigen, auch ökonomischen Vorteile von energieeffizienteren Technologien erkannt. Längst wird Nachhaltigkeit an deutschen Schulen unterrichtet. Ökologisches Verhalten ist zum Lifestyle-Trend geworden – und gibt dem Leben einen neuen Sinn sowie eine neue Wohlstandsdefinition. Voraussetzung: Der individuelle Nutzen stimmt. Auch der Erwartungsdruck im sozialen Umfeld, den ÖV oder das Fahrrad zu nutzen, wächst. Umweltschutz ist jedenfalls sehr selten das alleinige Entscheidungskriterium.

Hip und wichtig

Ein Lebensgefühl, das seit den frühen 2010er Jahren an Bedeutung zumindest in Metropolen gewinnt, ist die Bereitschaft zu nutzen, statt zu besitzen, und zu teilen. Es ist hip, bietet soziale Kontakte, ist ressourcenschonend und nachhaltig sowie durch IKT wie das mobile Internet einfach möglich. Das Vertrauen von Personen zueinander, die sich über soziale Netzwerke kennen, ist gewachsen. Der Trend zum Car Sharing hat sich fortgesetzt – nicht zuletzt, weil die Rahmenbedingungen für den Autobesitz immer schwieriger werden. Für die meisten Menschen ist die Anschaffung eines Autos dennoch weiterhin attraktiv. Beispielsweise erlauben Leasingmodelle, Komponenten wie Sicherheits- oder Infotainmentsysteme regelmäßig auf den aktuellsten Stand zu tauschen. Und in eiligen Situationen, etwa zur Koordination von Familie und Beruf, ist ein (eigener) PKW oft unentbehrlich. Ebenso ist aber die Affinität zum Umweltverbund gestiegen und die flexible Nutzung von Fahrzeugen je nach Zweck, schließlich kann man schöne Autos bei Bedarf auch leihen – oder eben besonders praktische. Konventionelle Autoverleiher haben ihr Geschäft auf die neuen Bedürfnisse eingestellt.

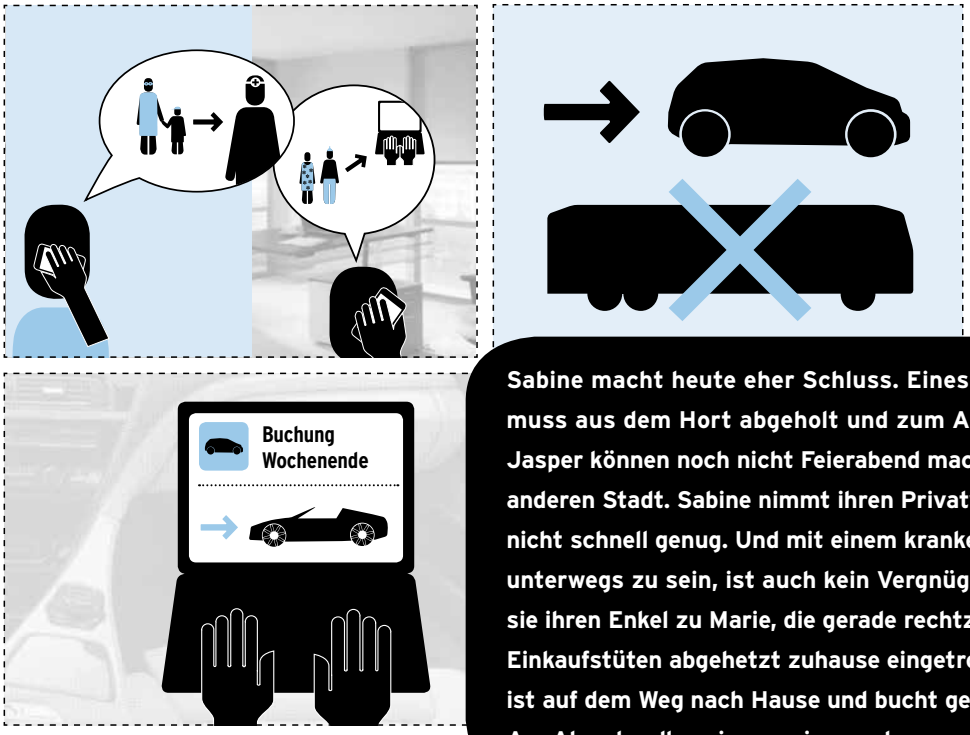
Wer viel unterwegs ist, empfindet sich auch heute noch als wichtig. Mobilität ist zudem ein Element der Selbstdarstellung und Markierung einer Gruppenzugehörigkeit: Ob High-Tech-Bike, Retro-Fahrrad, E-Mobil, Sportwagen oder E-Speedster, Bahn Card 100, Zugang zu statusorientierten Produkten wie Lounge und 1. Klasse oder hochpreisiges Car Sharing: Statussymbole zeigen die eigene Individualität und Lebenseinstellung. Wenn der Stellenwert der Mobilität so hoch bewertet wird und Mobilität ein wichtiges Lifestyle-Element ist, steigt trotzdem nicht unbedingt die Verkehrsleistung: Man kann sein Fahrrad auch an einem Designhaken an die Wand hängen oder die Garage offen stehen lassen.

Marie und Jasper haben viel zu selten Zeit, auf ihren teuren Mountainbikes eine Tour zu machen, seit die Kinder da sind. Dabei bietet sich ihre Wohnlage am Stadtrand für dieses Hobby an. Für die Fahrt zur Arbeit sind die Fahrräder nicht geeignet. Hier nutzen sie meist den ÖPNV. Den großen Wochenendeinkauf erledigen sie oft mit einem Car-Sharing-Fahrzeug und für Familienausflüge nehmen sie häufig den Fahrzeugpool von Jaspers Arbeitgeber in Anspruch. Bis vor kurzem hatten sie noch selbst einen Kombi, doch die Technik war mittlerweile veraltet und die Freunde haben die Nase gerümpft, wenn sie mit dem Wagen vorgefahren sind. Die Anschaffung eines neuen Autos ist geplant, dank ihrer beiden Einkommen können sie sich problemlos ein modernes Fahrzeug leisten. Doch sie wollen erst einmal vergleichen, welche Modelle es mittlerweile gibt und welcher Anbieter eventuell Zusatzleistungen wie spezielle Angebote für Urlaubsfahrten bereithält.



Die Personenverkehrsleistung ist leicht gesunken, der Stress gestiegen

Das Leben als hipper Musterschüler im rastlosen Deutschland führt letztendlich nicht zu mehr Verkehr (siehe Abbildung 4). Wird allein der demografische Wandel berücksichtigt, ist die Personenverkehrsleistung seit 2014 um 5,2 %[17] gesunken. Gestiegene Mobilitätskosten für den PKW und den öffentlichen Verkehr sowie die stärkere Regulierung des PKW-Verkehrs in Städten, die leichte Zunahme der ökologischen Verantwortung und das geänderte Einkaufsverhalten hin zu mehr Online-Shopping wirken sich zusätzlich dämpfend auf die Verkehrsentwicklung aus. Andererseits ist die Zahl der erwerbstätigen Frauen ebenso gestiegen wie die der Älteren, die länger mobil bleiben wollen und können. Hinzu kommen mehr Freizeitaktivitäten, mehr Multilokalität, mehr Arbeitszeitflexibilität und mehr Koordinierungsbedarf von Familie und Beruf: All dies lässt unsere Mobilitätsbelastung im Alltag wachsen und führt zu mehr Mobilitätsstress – obwohl manch geschäftlicher Termin per Videokonferenz bewältigt wird und Kontakte aus Zeitmangel auch über soziale Netzwerke statt persönliche Treffen gepflegt werden. Aufgrund komplexer Wegeketten ist der MIV oft besser geeignet, die zum Teil notwendige Schnelligkeit und Flexibilität zu gewährleisten. Automatisiertes Fahren bietet Pausen zum Luft holen während der Bewegung, zudem ist diese Art der Fortbewegung hip. Flexible Mobilitätsservices wie Taxis oder Car Sharing werden verstärkt genutzt. All diese Effekte federn in Summe den Einfluss des demografischen Wandels auf die Verkehrsleistung ab. Die Gesamtverkehrsleistung über alle Altersgruppen und Verkehrsträger ist daher nur um 1,3 % bzw. pro Kopf um 0,4 % gesunken.



Sabine macht heute eher Schluss. Eines ihrer Enkelkinder ist krank und muss aus dem Hort abgeholt und zum Arzt gebracht werden. Marie und Jasper können noch nicht Feierabend machen, Jasper ist sowieso in einer anderen Stadt. Sabine nimmt ihren Privatwagen, mit dem Bus wäre sie jetzt nicht schnell genug. Und mit einem kranken Kind im öffentlichen Verkehr unterwegs zu sein, ist auch kein Vergnügen. Nach dem Arztbesuch fährt sie ihren Enkel zu Marie, die gerade rechtzeitig mit dem anderen Kind und Einkaufstüten abgehetzt zuhause eingetroffen ist. Thomas meldet sich. Er ist auf dem Weg nach Hause und bucht gerade das Cabrio fürs Wochenende. Am Abend wollen sie gemeinsam das neue Sofa im Internet bestellen.

[17] Für die Abschätzung des demografischen Effekts liegt die Vereinfachung zu Grunde, dass die durchschnittliche Verkehrsleistung jeder Altersgruppe von 2014 bis 2035 konstant bleibt.

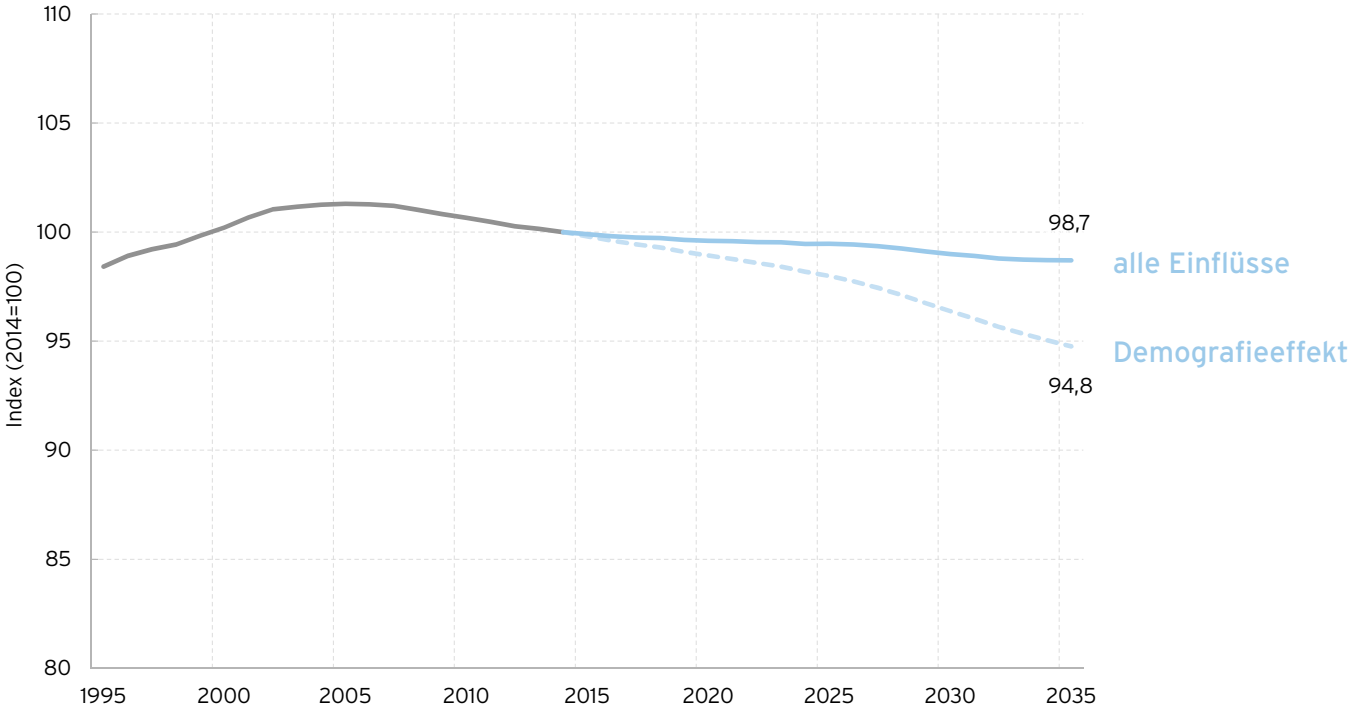


Abbildung 4: Entwicklung der Personenverkehrsleistung über alle Altersgruppen und Verkehrsträger; Musterschüler

Quelle für 1995 bis 2014: gemittelte Daten aus dem Deutschen Mobilitätspanel, 2013

Einzelne Einflüsse haben sich allerdings nicht auf alle Verkehrsträger und alle Altersgruppen gleichermaßen ausgewirkt. Das Auto ist auch heute noch das dominante Verkehrsmittel (siehe Tabelle 1), es wird aber bedeutend variantenreicher als noch vor zwanzig Jahren genutzt. Insgesamt hat der MIV allerdings Anteile vor allem an den öffentlichen Personenverkehr abgegeben. Getrieben hat dies besonders die im Jahr 2015 jüngere Generation der damals bis 30-Jährigen, welche ihr multimodaleres Verkehrsmittelwahlverhalten auch in höhere Altersgruppen mitgenommen hat (siehe Abbildung 5). Noch nicht ganz abgeschlossen ist jedoch die Nachholmotorisierung der älteren Generation, welche die PKW-Nutzung weiter steigert. Zudem sind viele Ältere länger agil. Leben sie in ländlichen Regionen, in denen das ÖV-Angebot zurückgegangen ist, fahren sie daher mit dem eigenen PKW. Die Nachfrage nach Langstreckenmobilität ist leicht gewachsen, getrieben durch multilokale Lebensweisen sowie zunehmenden Freizeit- und Geschäftsreiseverkehr. Der öffentliche Personenfernverkehr (ÖPFV) konnte daher 0,2 % Anteil am Modal Split gewinnen.

Tabelle 1: Modal Split der Personenverkehrsleistung; Musterschüler

Quelle für 2014: eigene Hochrechnung basierend auf dem Deutschen Mobilitätspanel, 2013

	MIV	ÖPNV	ÖPFV	Luftverkehr	Fahrrad	Fußgänger
2014	69,4 %	12,5 %	9,1 %	2,8 %	3,5 %	2,7 %
2035	65,2 %	16,0 %	9,3 %	2,7 %	4,0 %	2,8 %
Veränderung	-4,2 %	+3,5 %	+0,2 %	-0,1 %	+0,5 %	+0,1%

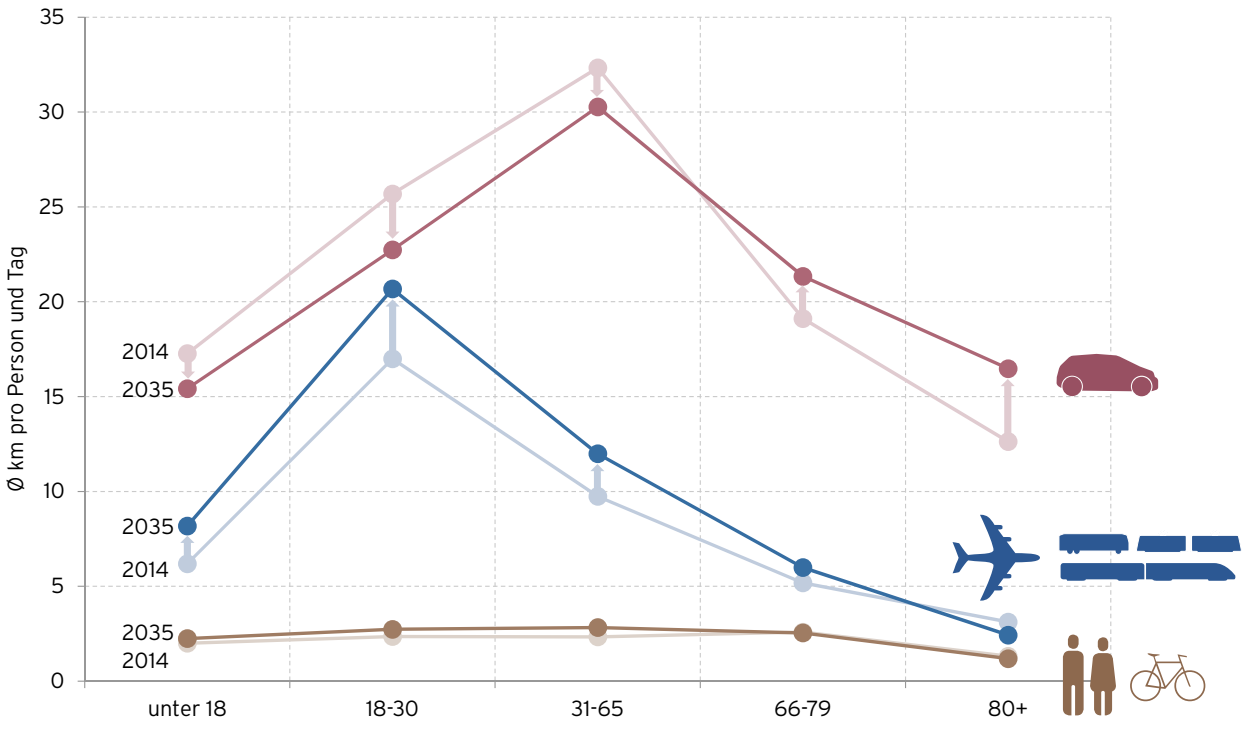
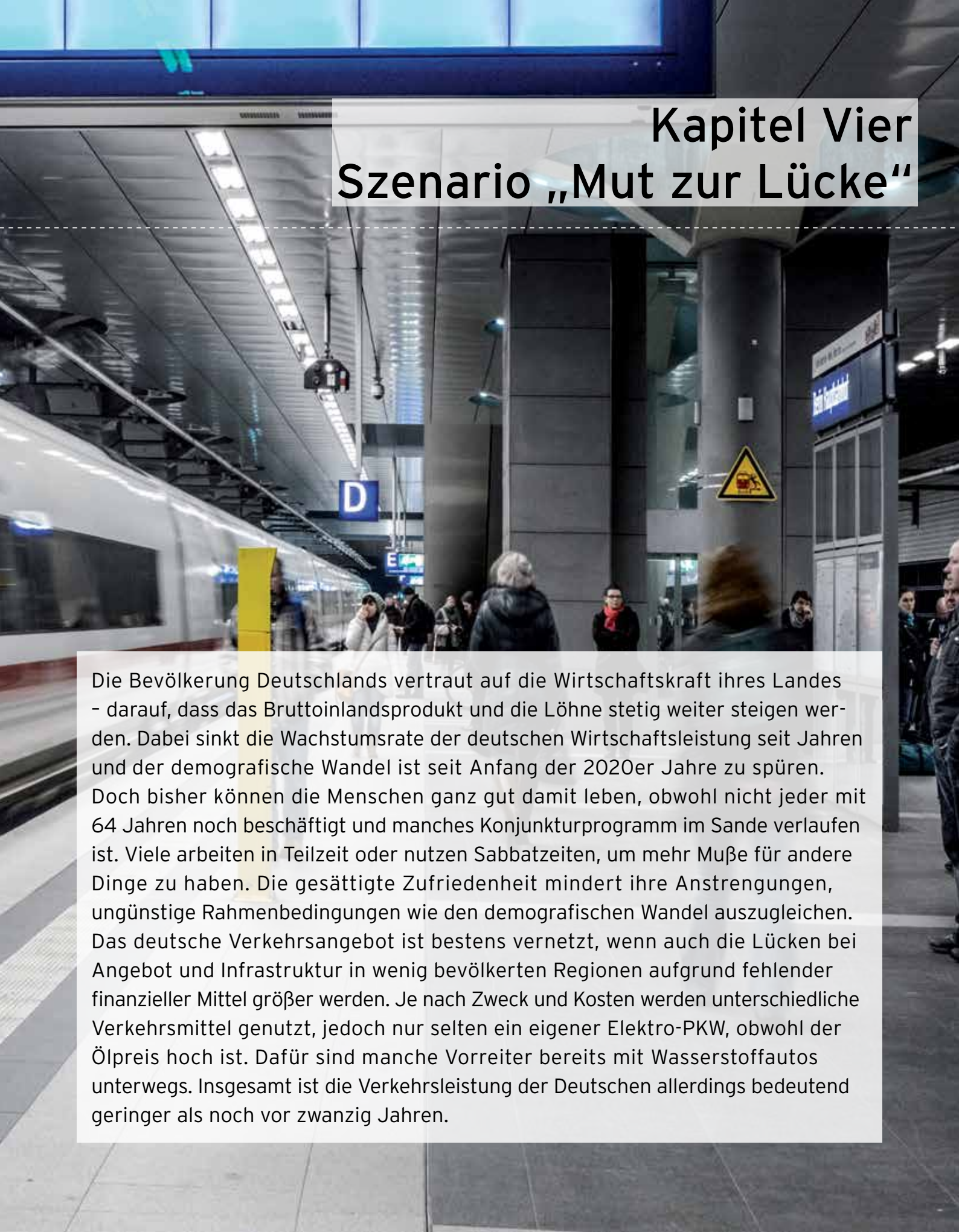


Abbildung 5: Personenverkehrsleistung für unterschiedliche Verkehrsträger und Altersgruppen; Musterschüler

Quelle für 1995 bis 2014: gemittelte Daten aus dem Deutschen Mobilitätspanel, 2013



Kapitel Vier
Szenario „Mut zur Lücke“

Die Bevölkerung Deutschlands vertraut auf die Wirtschaftskraft ihres Landes – darauf, dass das Bruttoinlandsprodukt und die Löhne stetig weiter steigen werden. Dabei sinkt die Wachstumsrate der deutschen Wirtschaftsleistung seit Jahren und der demografische Wandel ist seit Anfang der 2020er Jahre zu spüren. Doch bisher können die Menschen ganz gut damit leben, obwohl nicht jeder mit 64 Jahren noch beschäftigt und manches Konjunkturprogramm im Sande verlaufen ist. Viele arbeiten in Teilzeit oder nutzen Sabbatzeiten, um mehr Muße für andere Dinge zu haben. Die gesättigte Zufriedenheit mindert ihre Anstrengungen, ungünstige Rahmenbedingungen wie den demografischen Wandel auszugleichen. Das deutsche Verkehrsangebot ist bestens vernetzt, wenn auch die Lücken bei Angebot und Infrastruktur in wenig bevölkerten Regionen aufgrund fehlender finanzieller Mittel größer werden. Je nach Zweck und Kosten werden unterschiedliche Verkehrsmittel genutzt, jedoch nur selten ein eigener Elektro-PKW, obwohl der Ölpreis hoch ist. Dafür sind manche Vorreiter bereits mit Wasserstoffautos unterwegs. Insgesamt ist die Verkehrsleistung der Deutschen allerdings bedeutend geringer als noch vor zwanzig Jahren.

In Deutschland leben immer weniger Menschen – am wenigsten auf dem Land

Es werden mit 1,4 Kindern pro Frau seit Dekaden zu wenig Babys geboren, um die Bevölkerung zu reproduzieren. Entsprechend sinkt die Zahl der in Deutschland lebenden Personen: Heute sind es knapp 78 Mio., 3 Mio. weniger als noch 2014. Der Wanderungssaldo liegt seit 2020 im Schnitt bei etwa 200 000 p.a. – zu wenig, um den Bevölkerungsrückgang aufgrund des demografischen Wandels signifikant abzumildern. Das zeigt die Altersstruktur der Menschen in Deutschland deutlich (siehe Abbildung 6). Die Gesellschaft altert auch, weil die Lebenserwartung durch den stetigen medizinischen Fortschritt um zwei bis drei Jahre pro Jahrzehnt ansteigt.

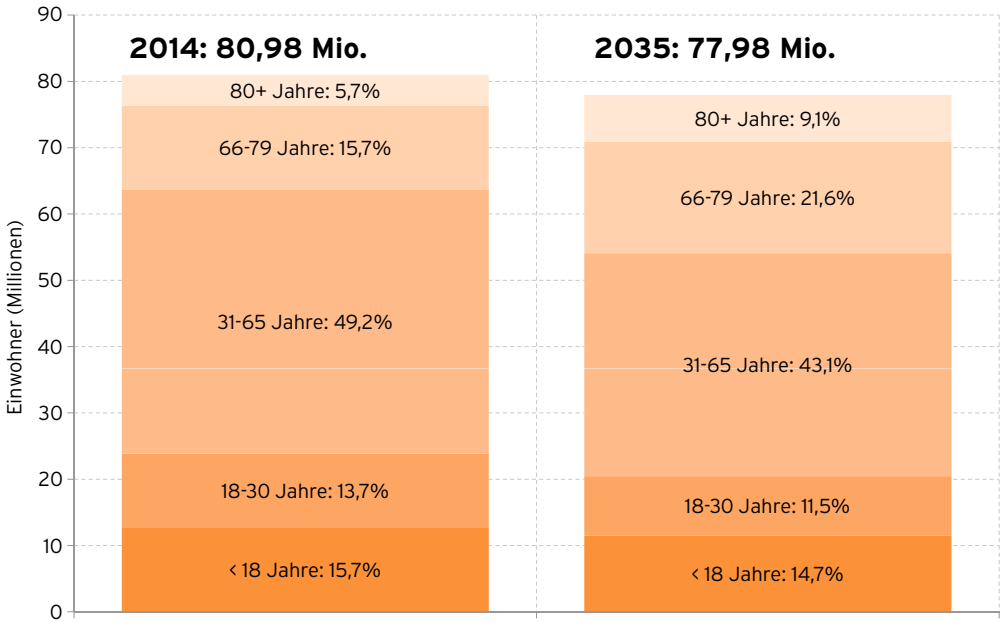


Abbildung 6: Bevölkerungsentwicklung 2014-2035; Mut zur Lücke

Quelle: eigene Hochrechnung auf Basis Statistisches Bundesamt, 12. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung

Die Menschen zieht es weiterhin massiv in prosperierende Städte. Sie entvölkern die wirtschaftlich wenig attraktiven, meist ländlichen Räume Deutschlands. Dort funktioniert die Nahversorgung mit Gütern des täglichen Bedarfs und ärztlicher Betreuung immer schlechter und immer weniger Arbeitsplätze sind vorhanden. Doch durch die Entleerung ist es noch schwieriger, Wirtschaftsstrukturen aufrechtzuerhalten. Das wiederum befördert den Wegzug aus diesen Gebieten dynamisch.

Thomas Huber, 65, und seine Frau Sabine, 63, sind vom Land in die Stadt gezogen und haben zusammen mit Freunden eine Alten-WG gegründet. Mittlerweile haben sie auch die fast 90-jährige Mutter von Thomas überreden können, dort einzuziehen. Selbst mit ihrer Unterstützung war eine Versorgung auf dem Land nicht mehr möglich, seit die Gemeinde mangels Menschen auseinandergebrochen ist. Auch Marie, die Tochter von Thomas, und ihr Mann Jasper wohnen mit ihren beiden Kindern in der Innenstadt.

Wirtschaftswachstum schwächt sich ab

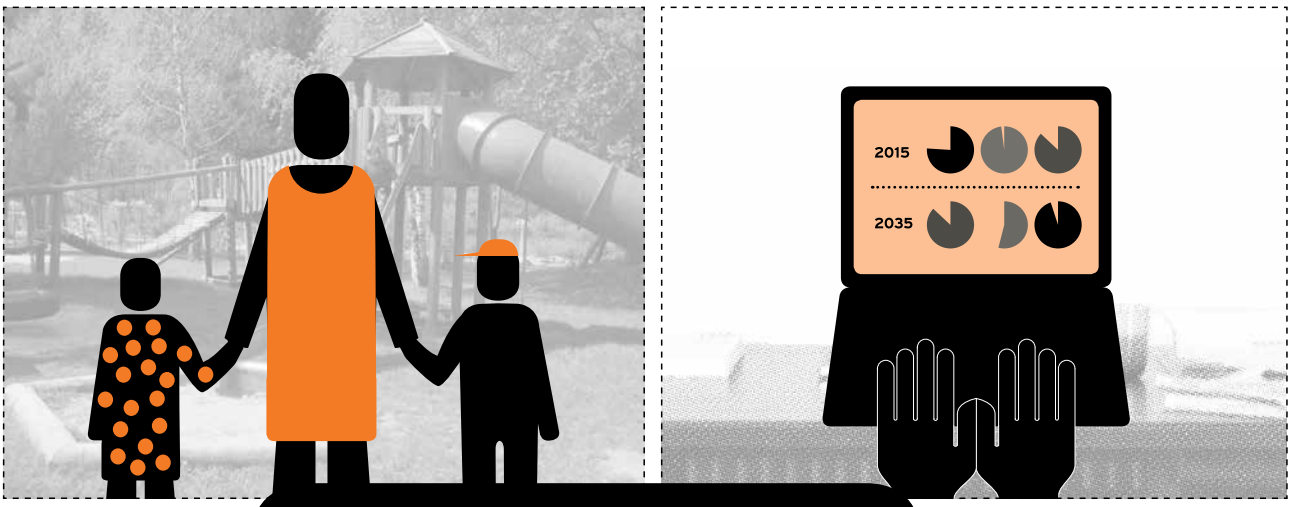
Seit 2020 wirkt sich die Entwicklung der Demografie stärker aus und erweist sich als Wachstumsbremse. Der Anteil der Erwerbsbevölkerung an der Gesamtbevölkerung sinkt. Doch die gesättigte Zufriedenheit der Menschen in Deutschland mindert ihre Anstrengungen, die zum Teil problematischen Rahmenbedingungen auszugleichen. Das ist ein Grund dafür, dass das BIP seit zwanzig Jahren im Schnitt nur noch um 0,6 % p.a. gestiegen ist. Das entspricht einem Wachstum pro Kopf um 0,8 % p.a. Manche sagen, die Deutschen hätten ihre Wirtschaft für mehr Lebensqualität entschleunigt und würden ein schwächeres Wachstum bewusst in Kauf nehmen.

Deutschland produziert noch immer Jahr für Jahr mehr Güter und Dienstleistungen, doch zum Beispiel wachsen die deutschen Exporte schwächer als noch zwanzig Jahre zuvor, und zwar um 1,0 % p.a. geringer als der Welthandel. Die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Produkte hat nachgelassen, globale Wettbewerber sprechen von sinkender Innovationskraft. Der Produktionsanteil in Deutschland liegt heute unter 15 %, im Jahr 2013 waren es noch 25 %. Dafür nimmt der Anteil wissensbasierter und selbstständiger Tätigkeiten im Land stetig zu. Fertigungsstandorte werden weiterhin ins Ausland verlagert zur Ausnutzung internationaler Standortunterschiede, doch die internationale Arbeitsteilung in der industriellen Produktion schreitet langsamer voran als noch vor zwei Dekaden.

Weltweit technologisch führend ist Deutschland in einigen Bereichen noch immer, etwa bei hocheffizienten Verbrennungsmotoren, Leichtbau, Sicherheitsassistenten, sensorgestützten Verkehrs- und nachhaltigen Energiemanagementsystemen. Diese Produkte sind auf der ganzen Welt erfolgreich angesichts der anhaltend hohen Nachfrage aus Asien und der verstärkten Bedeutung von Umwelttechnologie in einer Zeit, in der Ressourcenschonung immer wichtiger wird. Entsprechend stark ist Deutschland in den internationalen Handel eingebunden. Das Welthandelsvolumen ist von 8,7 Bio. in 2012 auf heute knapp 24 Bio. EUR angestiegen, das Wachstum ist jedoch mit durchschnittlich 4,5 % p.a. in den vergangenen zwanzig Jahren geringer ausgefallen als in den Dekaden zuvor: Von 1991 bis 2012 waren es 5,9 % p.a.

Potenzial der Erwerbsfähigen weder zahlenmäßig noch zeitlich ausgenutzt

Da die Arbeitsorganisation sich verändert und die positive wirtschaftliche Entwicklung Deutschlands sich abgeschwächt hat, liegt die Erwerbslosenquote bei 6,3 % und damit höher als 2012 (5,7 %) – trotz weniger Erwerbsfähiger und Fachkräftemangel. Die Politik versucht, mit Konjunkturprogrammen gegenzusteuern, hat es aber nicht geschafft, das Erwerbspersonenpotenzial besser auszuschöpfen, etwa durch neue Regelungen zum Renteneintrittsalter, die Wiedereingliederung von Rentnern oder die Deregulierung des Arbeitsmarkts, z.B. durch Abschaffung des Mindestlohns.



Sabine genießt schon lange das Rentnerdasein, kümmert sich um gemeinsame Projekte der Alten-WG und ihre Enkel. Thomas arbeitet nur noch sporadisch, um die Familienkasse hin und wieder aufzubessern.

Die noch immer bestehende Mindestlohnregelung und die Produktionsstandortverlagerungen ins Ausland sorgen dafür, dass der Anteil der Jobs für Niedrigqualifizierte am deutschen Arbeitsmarkt weiter sinkt. Der Anteil von Menschen ohne Bildungsabschluss am Erwerbspersonenpotenzial ist aber seit Jahren gleich. Auch die Integration von Langzeitarbeitslosen ist schwierig.

Immer mehr Arbeitnehmer haben bei Vollzeitbeschäftigung flexible Arbeitszeiten, die Telearbeit und damit verbunden die Zahl der Videokonferenzen nimmt zu. Flexibilität und Heimarbeit werden ebenso wie die Möglichkeit, Sabbatzeiten einzulegen, von Unternehmen und der Politik propagiert, um zusätzliches Arbeitskräftepotenzial durch attraktive Arbeitsplätze zu erschließen. Viele Arbeitsplätze sind in Deutschland außer in wissensbasierten und High-Tech-Branchen im Bereich der Pflege entstanden. Der Bedarf an Dienstleistungen zur Versorgung kranker Alter wächst mit der alternden Bevölkerung.

Die wirtschaftliche Entwicklung nimmt Einfluss auf verschiedene Mobilitätsbereiche: Die Güterverkehrsleistung steigt nicht mehr so stark wie zwei Dekaden zuvor prognostiziert. Einerseits arbeiten weniger Menschen und einige von Ihnen von zuhause aus, so dass die berufsbedingte Mobilität zurückgehen müsste. Andererseits ergibt sich aus der Flexibilisierung der Arbeitszeiten eine größere zeitliche Verteilung des Individualverkehrs, so dass eine Bündelung, etwa durch Fahrgemeinschaften, schlechter möglich ist.

Gehaltsverzicht zu Gunsten von Freizeit

Das verfügbare Einkommen der Arbeitnehmer in Deutschland ist im Durchschnitt der vergangenen zwanzig Jahre pro Kopf um 0,8 % p.a. gestiegen. Die aktuelle Höhe der Arbeitsentgelte ist komfortabel. Finanziell reichen häufig Teilzeitjobs, um gut über die Runden zu kommen. Zumal die Generation Praktikum frühzeitig gelernt hat, mit Weniger auszukommen, und mehr Freizeit zu schätzen weiß. Das allerdings schwächt die Produktivität und Innovationskraft der Wirtschaft. Die Einkommensverteilung wird ungleicher. Die Politik versucht, hier gegenzusteuern.

Eingekauft wird auf der grünen Wiese am Stadtrand in Einkaufszentren und Marken-Outlets – groß, günstig, vielfältig. Online Shopping bleibt angesagt, wenn auch die Zuwachsraten im Online-Handel geringer werden. Sie liegen aber noch immer bei mehr als 10 % p.a. Kleinere Mengen Konsumgüter des täglichen Bedarfs werden häufig zu Fuß oder mit dem Fahrrad besorgt. Kurze Wege in den dicht besiedelten Ballungsräumen erlauben dies.

Marie und Jasper arbeiten beide Teilzeit, um mehr Zeit für ihre Kinder zu haben. Heute wollen sie sich mit den Kindern und Großeltern nachmittags im Schrebergarten treffen, den sie sich mit Freunden teilen. Jasper plant, dann abends noch ein wenig zu arbeiten. Er kommt mit einem wasserstoffbetriebenen Firmenwagen, Marie und die Kinder nehmen die Fahrräder. Sabine und Thomas sind mit dem Bus angereist. Nachdem alle wieder zuhause sind, kauft die Familie noch schnell gemeinsam im Supermarkt um die Ecke ein und schleppt die vollgepackten Tüten heim. Im Treppenhaus trifft Marie eine ihrer vielen Nachbarinnen ohne Kinder. Sie verabreden sich fürs Wochenende zum Shoppen in einem Outlet-Center auf dem Land und buchen sich kurz über ihre Mobilitäts-App eine Mitfahrgelegenheit. Mit Bus oder Bahn kommen sie dort nicht hin.

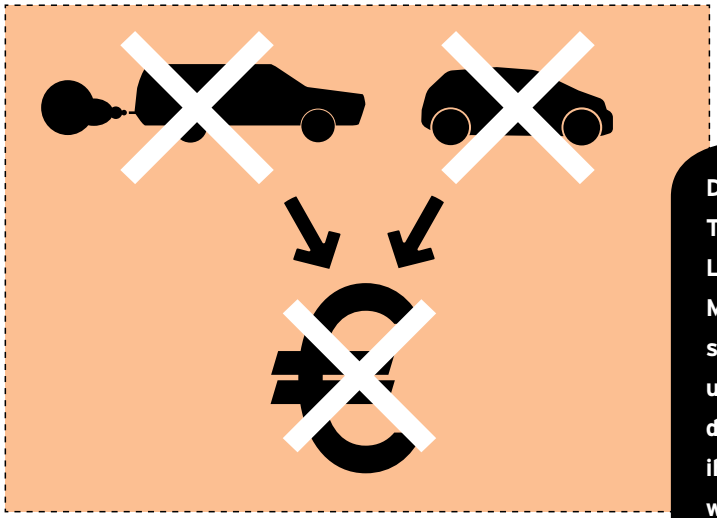
Mobilität ist teurer geworden

Die Kosten für Fahrten im öffentlichen Verkehr steigen, weil Teile der staatlichen Finanzierung etwa durch kontinuierlich sinkende Schülerverkehre wegbrechen und parallel verstärkt in die Infrastruktur investiert werden muss, um ihren Modernitätsgrad auf einem gleichbleibenden Niveau zu halten. Infrastrukturinvestitionen sind auch einer der Gründe für steigende Kosten der PKW-Nutzung, etwa durch Maut- und Parkgebühren, ein anderer ist der Ölpreis. Der Kraftfahrer-Preisindex wird jedoch vor allem von den Anschaffungskosten für Neufahrzeuge getrieben. Hocheffiziente Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren kosten bis zu 6000 EUR mehr als Vergleichsfahrzeuge des Jahres 2015 mit einem CO_2-Ausstoß von 140 g/km nach dem Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ). Das können oder wollen sich manche Einkommensgruppen nicht leisten und zögern eine solche Investition hinaus, obwohl der Mehrpreis über eine mittlere Fahrleistung und Nutzungsdauer der Fahrzeuge mehr als ausgeglichen wird.

Hoher Ölpreis erfordert Kompensation

200 USD/bbl sind mittlerweile für Mineralöl zu bezahlen, 2013 waren es noch 105 USD/bbl, Anfang 2015 sogar weniger als 50 USD/bbl. Der aktuell hohe Preis ist unter anderem auf die große Nachfrage besonders aus Schwellenländern wie China und Indien, geopolitische Unruhen, die für eine Verknappung sorgen und dazu geführt haben, dass keine Reservekapazitäten mehr vorhanden sind, sowie relativ hohe Kosten für die Ölförderung aus unkonventionellen Quellen wie Ölsanden zurückzuführen. Deren Ausbeutung lohnt sich bei einem hohen Mineralölpreis allerdings trotzdem. Obwohl der Treibstoffpreis nicht der größte Kostentreiber der PKW-Nutzung ist, trägt auch er zu einer sinkenden PKW-Verkehrsleistung bei und befeuert gleichzeitig die Effizienzsteigerung bei konventionellen Antrieben. Hier gibt es diverse innovative Möglichkeiten, unter anderem in den Bereichen Leichtbau, Thermomanagement, Motor- und Getriebetechnik. Ebenso steigen der Anteil alternativ angetriebener Fahrzeuge und der Zwang, aus Kostengründen auf den öffentlichen Verkehr, das Fahrrad oder Schusters Rappen umzusteigen. Als Treiber für die E-Mobilität hat der hohe Ölpreis jedoch versagt, obwohl die Kosten für Mineralöl für eine stärkere Substitution sowie Investitionen in Technologien zur weiteren Verbrauchsoptimierung sorgen. Immerhin haben sich Ölpreis und BIP voneinander entkoppelt. Die Wirtschaft ist robuster gegenüber der Ölpreisentwicklung als oft propagiert wurde.

Der Gaspreis ist mit 15 USD/MBtu ebenfalls hoch, da Gas Kohle in der Stromerzeugung ersetzt und eine entsprechend große Nachfrage herrscht. Der Preis sorgt andererseits dafür, dass der Anreiz, in eine Erdgastankstelleninfrastruktur zu investieren, gering ist. Gas kommt derzeit als Alternative zu Benzin und Diesel nicht infrage.



Das Geld von Marie und Jasper aus ihren gut bezahlten Teilzeitjobs reicht, um mit den Kindern ein sorgenfreies Leben zu führen. Ihren alten Kombi haben Jasper und Marie verkauft, in der Innenstadt könnten sie ihn sowieso nicht brauchen. Versicherungskosten, Steuern und Abgaben sowie die hohen Benzinkosten haben ihnen die Entscheidung leichter gemacht. Ein neues Auto, das ihren Vorstellungen in Sachen Ökologie und Platz gerecht würde, können und wollen sie sich nicht leisten. Ihre Einkommen schwanken, nicht immer haben beide eine Beschäftigung. Ein eigenes Auto wäre zwar oft praktisch, aber andererseits eben auch eine zu große finanzielle Bindung.

Weniger Elektrofahrzeuge als erwartet unterwegs

Schauen wir auf alternative Antriebstechnologien, stechen zwei Entwicklungen heraus: die der E-Mobilität und die der Wasserstofftechnologie. Die Zahl der Elektrofahrzeuge in Deutschland liegt heute bei nur 3,5 Mio. Stück. Das von der Bundesregierung gesetzte Ziel von 6 Mio. Elektroautos auf deutschen Straßen bis 2030 ist nicht erreicht worden. Die weltweite Nachfrage ist bisher weniger stark gestiegen als vor zwanzig Jahren erwartet. Die breite Nutzerakzeptanz fehlt weiterhin, obwohl die Reichweitendiskussion sich durch Range Extender (REEV) und Plug-in-Hybride (PHEV) entschärft hat. E-Mobilität bleibt auf den urbanen Raum beschränkt und wird durch PHEV und REEV dominiert. Rein batteriebetriebene Fahrzeuge (BEV) werden nur in Nischen eingesetzt, zum Beispiel für Car Sharing oder Firmenflotten. Aufgrund der verhaltenen Fahrzeugnachfrage und wegen weiterhin sehr hoher Rohstoffpreise für Batterien sind auch die Systemkosten für Batterien von 380 EUR/kWh auf 180 EUR/kWh weniger stark gesunken als vor zwei Dekaden erwartet. Post-Lithium-Ionen-Batterien sind noch nicht marktreif. Entsprechend trägt die Verknüpfung des Stromsystems mit dem Mobilitätssystem bisher kaum zur Stabilisierung des Stromnetzes bei. Die Technologie ist wirtschaftlich noch wenig attraktiv, ein gemeinsames Lastenmanagement von Stromwirtschaft und Abnehmern gibt es derzeit nicht.

Die fehlende Nutzerakzeptanz und die bisher nicht umfänglich gelöste Reichweitenproblematik bei Elektroautos haben sich auch auf den Ausbau der Ladeinfrastruktur für diese Fahrzeuge ausgewirkt: Sie ist noch immer nicht flächendeckend, sondern nur in Ballungsräumen und auf Verbindungstraßen (vor allem Autobahnen) vorhanden. Im Ausland ist die Ladeinfrastruktur noch schlechter, so dass grenzüberschreitende Fahrten mit E-Mobilen kaum möglich sind.

Der Anteil erneuerbarer Energien am deutschen Bruttostromverbrauch liegt bei 40 %, 2013 waren es noch 25,4 %. Die Stromerzeugung aus Sonne, Wind, Wasser und Biomasse wird weiter ausgebaut, ebenso das erforderliche Netz zur Weiterleitung sowie Kraftwerke zum Ausgleich der Schwankungen und zur Zwischenspeicherung überschüssiger Energie. Zudem geht in Deutschland der Primärenergieverbrauch durch die steigende Energieproduktivität immer weiter zurück.

Wasserstofftechnologie beweist Alltagstauglichkeit

Die Wasserstofftechnologie steht mittlerweile auch bezüglich eines Ladeinfrastrukturangebots auf Augenhöhe mit der batteriegestützen Elektromobilität und ist im Begriff, diese längerfristig zu überholen. Wasserstoff kommt eine wachsende Bedeutung zu, verursacht durch starke regulative Eingriffe des Staates in den Energiemix. 500 000 Fahrzeuge sind mittlerweile in Deutschland unterwegs, darunter diverse Busflotten im Nah- und Fernverkehr.

Der hohe Ölpreis und Unsicherheiten in der Versorgung haben der Technologie bereits um 2025 herum mit relativ günstigen Fahrzeugen sowie einer selektiven Tankstelleninfrastruktur an Verkehrsknotenpunkten zum Durchbruch verholfen. Begünstigt dadurch, dass die Batterietechnologie bis heute nicht wie erwartet vorangekommen ist bei Energiedichte, Zyklenfestigkeit und Preis. Wasserstoff dagegen ermöglicht bereits emissionsfreies Fahren mit hoher Reichweite und zügiger Betankung. Hochdrucktanks für den Transport des Wasserstoffs und temperaturflexible Brennstoffzellen können mittlerweile in Großserien zu wettbewerbsfähigen Kosten gefertigt werden. Die Sicherheitsbedenken der Bevölkerung sind gesunken. Zur Produktion des Wasserstoffs wird vor allem überschüssiger Strom aus erneuerbaren Quellen genutzt. Der Durchbruch der Wasserstofftechnologie im PKW-Bereich entschärft den ökologischen Druck auf die Bevölkerung, auf den ÖPNV umzusteigen, und auf die Industrie, die klassische E-Mobilität zügig voranzutreiben.

Breite Akzeptanz für Biokraftstoffe fehlt

Trotz der stetigen Weiterentwicklung von Biokraftstoffen und dem hohen Ölpreis haben Biokraftstoffe der nächsten Generation bisher nur einen Marktanteil von 5 % erreicht. Noch ist es nicht gelungen, Biofuels aus Lignozellulose wirtschaftlich und in größeren Mengen zu gewinnen. Darüber hinaus sind bis heute alle Versuche gescheitert, die Zertifizierung von Biokraftstoffen so auszugestalten, dass eine weitere Umwidmung von Wäldern in Agrarflächen ausgeschlossen werden kann und Treibhausgase nachweisbar reduziert werden. Entsprechend besteht der Nutzungskonflikt für Flächen zwischen Biotreibstoff- und Nahrungsmittelproduktion weiterhin und wird verschärft durch die wachsende hungrige Weltbevölkerung. Damit geht eine mangelnde Akzeptanz von Biofuels in der Bevölkerung einher. Und natürlich macht der Durchbruch der Wasserstofftechnologie auch der Weiterentwicklung von Biokraftstoffen Konkurrenz.

Moderate Regulierung des PKW-Verkehrs

Die CO_2-Regulierungen sind – wie schon beschrieben – strikt, doch für Luftschadstoffemissionen gab es nach der 2015 in Kraft getretenen Norm Euro 6[18] bis heute keine weitere Verschärfung mehr. Allerdings werden Abgasemissionen mittlerweile permanent überwacht, wobei Immissionsüberschreitungen in Kauf genommen werden. Die Kontrolle führt mancherorts zu temporären Fahrbeschränkungen. Die technischen Möglichkeiten zur Reduktion der durch Fahrzeuge abgegebenen Luftschadstoffe sind weitgehend ausgereizt.

Die Regulierung des PKW-Verkehrs in Städten hat moderat zugenommen. Möglichkeiten, den Verkehr zeitlich und preislich differenziert zu steuern, werden wahrgenommen. In der Bevölkerung steigt die Akzeptanz für Maßnahmen, die den MIV in Städten beschränken, weil durch sie die Lebensqualität dort wächst. Entsprechend wird Verkehr auf ÖV-Angebote und nicht motorisierte Mobilität verlagert, Car Sharing ist populär.

[18] Um die durch Straßenfahrzeuge verursachte Umweltbelastung zu begrenzen, wurden mit der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2007 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) gemeinsame Anforderungen an die Schadstoffemissionen von Kraftfahrzeugen und deren spezifische Ersatzteile eingeführt. Eingesehen am 05.01.2015: http://europa.eu/legislation_summaries/environment/air_pollution/l28186_de.htm

Infrastrukturverfall ist gestoppt, Verkehrsmanagement funktioniert

Der Modernitätsgrad der Straßeninfrastruktur konnte gegenüber 2011 fast gehalten werden. Der Druck der Öffentlichkeit hat für eine Priorisierung von Verkehrsinfrastrukturausgaben in der Haushaltspolitik gesorgt, die sich heute durch Verstetigung und Überjährigkeit auszeichnet. Bezahlt wurden die notwendigen Investitionen etwa durch wachsende Einnahmen aus Mautsystemen und eine Aufstockung der entsprechenden Haushaltsmittel. Allerdings bedeutet die Wahrung des Status Quo auch, dass die Infrastruktur, deren Bestand bereits vor zwanzig Jahren in einem schlechten Zustand war, noch immer nicht in allen Bereichen nachhaltig saniert ist. Zudem wird ein Teil des Straßennetzes bewusst vernachlässigt, da es immer weniger benötigt wird. Dazu gehören diverse Verkehrswege in ländlichen Regionen.

Finanzielle Mittel, die für den Erhalt und Ausbau der Infrastruktur zur Verfügung stehen, sind auch in Verkehrsmanagementsysteme des ÖV und des MIV geflossen. Die individuelle Verkehrsbeeinflussung im LKW- und PKW-Verkehr auf Fernstraßen ist mittlerweile umfassend. Dort ist sensorgestütztes Verkehrsmanagement auf der Basis von C2I-Kommunikation flächendeckend umgesetzt und Regularien für elektronische Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme sind aufgestellt. Ihr Einsatz hat die Sicherheit auf der Straße verbessert und die Kapazität der Infrastruktur erhöht, etwa durch nun mögliche geringere Abstände zwischen Fahrzeugen. Das Datenmanagement funktioniert dezentral über die Verkehrsleitzentralen. Die Hoheit über die aus der Infrastruktur stammenden Daten liegt beim Bundesverkehrsministerium. Daten, die von Fahrzeugen erzeugt werden, verwaltet die Automobilindustrie. Weitere Daten sammeln und verwerten die Betreiber von Vernetzungsplattformen für Mehrwertdienste im Bereich Mobilität. Einen Datenpool gibt es nicht. Intensiv wird daran gearbeitet, die Informationen vor unberechtigten Zugriffen zu schützen.

Negative Zwischenfälle sollen auch im Zusammenhang mit Autos, die selbstständig fahren können, vermieden werden, um das Vertrauen der potenziellen Nutzer zu stärken. Darum sind vollautomatisierte oder gar autonome Fahrzeuge noch nicht erlaubt. Bisher existieren die rechtlichen Rahmenbedingungen für hochautomatisiertes Fahren nur für begrenzte Anwendungen. Automatisiertes Fahren ist gesellschaftlich weitgehend akzeptiert, da es Sicherheits- und Kostenvorteile bietet. Aber die bisher noch lückenhaften Haftungs- und Datenschutzregeln bremsen den Fortschritt hin zum vollautomatisierten Fahren aus, obwohl Insellösungen längst technisch möglich sind. Automatisierte Fahrzeuge haben aber bereits dazu beigetragen, dass die ältere Generation länger mit dem PKW mobil bleiben kann.

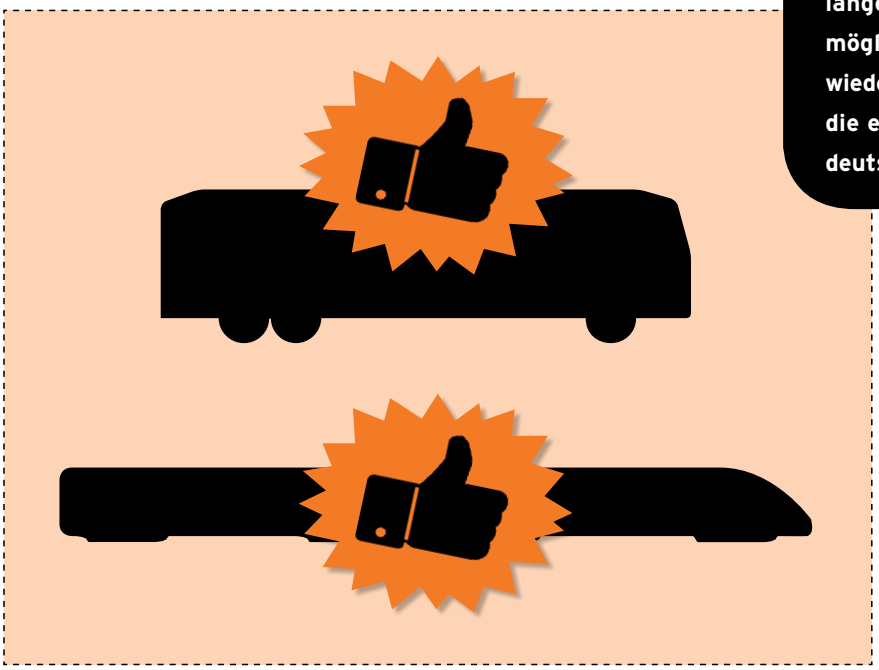
Wirtschaftlich schwache ländliche Regionen werden abgehängt

Trotz wachsender Einnahmen des Staates aus verschiedenen Mautsystemen und steigenden ÖV-Preisen als Beitrag der Nutzer zur Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur: Zusammen mit den staatlichen Haushaltsbeiträgen reichen sie nicht, um öffentlichen Verkehr weiterhin flächendeckend anzubieten. Die öffentliche Hand muss aufgrund sinkender Haushaltsmittel drastische Verteilungsentscheidungen treffen.

Nicht nur die Infrastruktur, auch die Angebote im öffentlichen Verkehr und die Qualität der Fahrzeugflotte werden im ländlichen Raum schlechter. Verbindungen werden gestrichen, der Anschluss an Ballungsräume ist nicht mehr gewährleistet. Die Differenzierung des ÖVs im ländlichen Raum misslingt. Die Daseinsvorsorgeziele werden hier stark abgesenkt und in Teilen sogar verfehlt. Selbst Kombiangebote für Personen und Fracht lassen sich kaum noch finanzieren. Private Initiativen wie Bürgerbusse können die Lücken nur teilweise füllen. Wer mobil sein muss, ist in ländlichen Regionen auf einen eigenen PKW angewiesen, Car-Sharing-Lösungen lohnen sich hier für die Anbieter nicht.

Konkurrenz zwischen Bahn, Fernbus und Flugzeug steigt

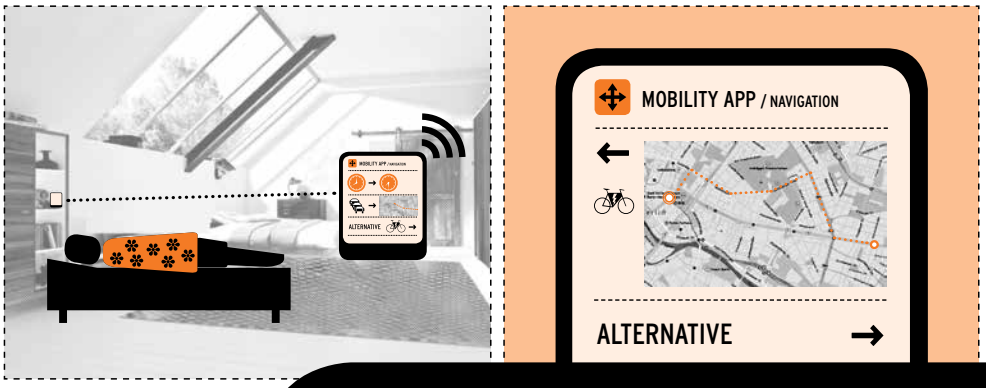
Der innerdeutsche Flugverkehr ist seit einigen Jahren leicht rückläufig und wird zunehmend durch Bahnen und Fernbusse auf Strecken unter 400 km substituiert. Allerdings sinken die Umsteigeverkehre in Deutschland stärker, die Konkurrenz durch Hubs in anderen Ländern wächst. Gründe sind beispielsweise noch immer nicht gelöste Kapazitätsengpässe in Frankfurt und München wie Ausbaubegrenzungen und Nachtflugverbote sowie Regularien für Emissionen, Abgaben wie die Luftverkehrssteuer und hohe Personalkosten. Entsprechend meiden viele internationale Passagiere und Fluggesellschaften Deutschlands Langstrecken-Hubs. Deutsche Fluggäste reisen häufiger als noch vor zwanzig Jahren mit der Bahn oder dem Fernbus zu und von den Luftverkehrsknoten statt innerdeutsch zu fliegen.



Wenn Marie und ihre Familie in ihrer Freizeit längere Strecken reisen, nutzen sie wenn möglich die Bahn oder den Fernbus. Immer wieder stoßen sie auf interessante Angebote, die es ihnen erlauben, günstig in andere deutsche Städte zu gelangen.

Vernetzte Verkehrsangebote erleichtern Kosten- und Nutzenoptimierung

Aus Kostengründen, getrieben durch die Zahl der Arbeitslosen und Teilzeitbeschäftigten sowie den Ölpreis, wächst die multimodale Orientierung der Gesellschaft. Das eigene Auto bleibt öfter in der Garage. Eine funktionale Bewertung der Mobilitätsmöglichkeiten gewinnt gegenüber emotionalen Aspekten der PKW-Nutzung. Obwohl die Vernetzung aller Verkehrsangebote in Deutschland aus Wettbewerbsgründen noch nicht abgeschlossen ist, zeichnet sich ein funktionierendes Geschäftsmodell ab. Die Verknüpfung der Angebote ist zwar teuer, doch für die alternde Bevölkerung ebenso wichtig wie für kosten- und zeitorientierte Nutzer. Entsprechend ist eine weiter steigende Nutzung der Angebote abzusehen.



Heute Morgen muss Marie zum Arzt. Jasper hat die Kinder auf den Weg zu Schule und Kita gebracht, sie kann länger schlafen. Doch ihr Smartphone-Wecker klingelt früher als gestern programmiert. Das Display zeigt auf ihrer Strecke zur Praxis einen Stau und eine Streckensperrung für die Straßenbahn an. Sie muss also entweder einen zeitraubenden Umweg in Kauf nehmen oder eine andere Lösung suchen. Ihre Mobilitäts-App schlägt unaufgefordert eine Alternative vor und blendet die Strecke ein. Sie wird ein E-Bike leihen und rechtzeitig beim Arzt eintreffen. Die App hat auch schon geprüft, wo das nächste Fahrrad auf sie wartet.

Das Mobilitätsleitbild ist heute wesentlich pragmatischer als noch vor zwanzig Jahren, als vorwiegend Routine das Verhalten bestimmte. Es ist einem deutlich flexibleren Verkehrsmittelwahlverhalten gewichen. Preis, Zeitaufwand, Fahrzeugauswahl, Komfortwunsch und Lebenseinstellung bestimmen das für den jeweiligen Weg optimale Verkehrsmittel. Abstimmung und Buchung laufen über Mobilitätsplattformen im Internet und über soziale Medien, die auch zur Bewertung der Angebote genutzt werden.

Die Einstellung „Nutzen statt Besitzen“ passt zur flexiblen Wahl von Verkehrsmitteln je nach Zweck. Ihre Umsetzung bietet einerseits ökonomische Vorteile und ist heute durch ausgefeilte IKT im größeren Rahmen möglich als je zuvor. Diese Einstellung zum Eigentum drückt aber auch ein Lebensgefühl aus, das seit den frühen 2010er Jahren an Bedeutung gewinnt. Es sorgt für eine höhere Affinität zum Umweltverbund und – falls ein Auto zum Einsatz kommt – verstärkt für eine gezielte Fahrzeugwahl je nach Zweck, etwa Einkauf, Ausflug oder Urlaub.

Man muss sich nicht mehr auf ein eigenes Auto verlassen, um jederzeit mobil zu sein. Und wer ein eigenes Auto hat, verleiht es zwischendurch, statt es in der Garage stehen zu lassen. Das trägt zur Finanzierung des Fahrzeugbesitzes bei.

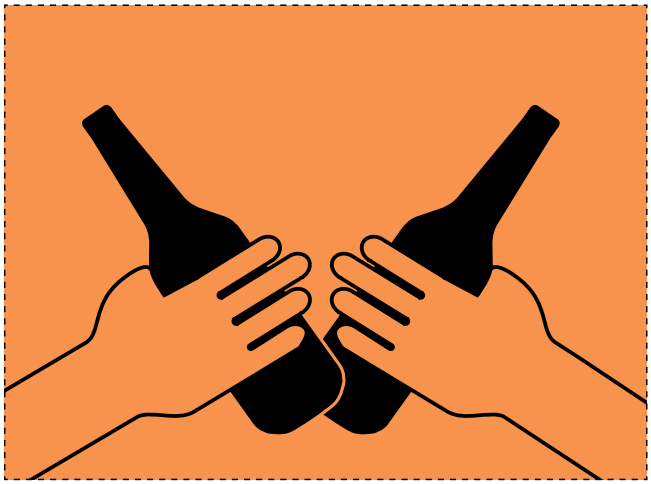
Die Alten-WG verfügt über einen Lieferwagen, um Einkäufe zu erledigen oder auch Haushaltsauflösungen zu organisieren. Festes Geschäft der Wohngemeinschaft sind zudem ein Werkzeugverleih und eine Tauschbörse. So können die Bewohner sich etwas hinzuverdienen oder im Tausch Lebensmittel oder Dienstleistungen wie Hilfe beim Putzen erstehen. Einen Privatwagen haben die wenigsten. Die meisten Alten sind noch gesund und mobil wie Thomas und Sabine, die ständig mit ihrer Senioren-ÖPNV-Karte im bestens organisierten Netz unterwegs sind. Die Mutter versorgt bei Bedarf ein mobiler Pflegedienst.

Zeit haben ist ein Lifestyle-Element

Effizient von A nach B zu kommen, ist wichtig. Selbstoptimierung im Sinne einer effizienteren Mobilität bezogen auf Energieverbrauch, Kosten und Zeitaufwand gewinnt an Bedeutung. Zeit zu haben, ist ein Lifestyle-Element und bietet gleichzeitig die Möglichkeit, die Erschöpfung durch Zwangsmobilität im Beruf und Alltag auszugleichen. Die Mobilitätsbelastung an sich stagniert. Manche Wege im Alltag werden überflüssig oder lassen sich leichter organisieren durch den Einsatz von Videokonferenzen und sozialen Medien zur Kontaktwahrung. Pendlerverkehre nehmen ab aufgrund der höheren Bevölkerungs- und Arbeitsplatzdichte in urbanen Räumen, die dadurch kürzeren Wege und die zunehmende Flexibilisierung in der Arbeitsorganisation. Andererseits führt diese Flexibilisierung auch teilweise zu mehr Wegen, weil Bündelungen wie Fahrgemeinschaften schlechter funktionieren. Automatisiertes Fahren und die Nutzung kollektiver Verkehrsmittel entlasten die Menschen und ermöglichen, den Weg zur Arbeit bereits für die Arbeit oder andere Aktivitäten zu nutzen.

Privatsphäre ist ein Gut, das trotz allem Pragmatismus im ÖPNV sehr vermisst wird. Dieser Umstand treibt wiederum den MIV, ebenso wie der steigende Koordinierungsbedarf von Familie, Freizeitaktivitäten und Beruf – unter anderem, weil mehr Frauen erwerbstätig sind. Um schnell und flexibel zu sein, werden PKW statt öffentlicher Verkehrsmittel genutzt. Hinzu kommt, dass ein Teil der „Generation Rücksitz“ oder „Taxi Mama“ mittlerweile selbst Kinder hat und sich des Komforts, den ein Auto bietet, erinnert.

Zufrieden gönnen sich Jasper und Marie am Abend gern mit Freunden noch ein Bierchen in der Kneipe um die Ecke. Thomas und Sabine passen in der Zwischenzeit auf die Kinder auf. Der Fußweg ist kurz, die Arbeit kann warten.



Ökologische Verantwortung stagniert auf hohem Niveau

Die persönliche Einstellung zur eigenen ökologischen Verantwortung befindet sich seit Jahren auf einem hohen Niveau, entwickelt sich aber derzeit nicht weiter. Offensichtlich sehen die Deutschen ihren Wohlstand als nicht gefährdet an und halten daher Verzicht aus ökologischen Gründen für nicht erforderlich. Die Bevölkerung gönnt sich eine Atempause, tut sie doch schon lange genug etwas für die Umwelt. Gleichzeitig übergibt sie die Verantwortung, ökologisch handeln zu müssen, an Politik und Unternehmen, die dieser auch nachkommen: Fahrzeuge werden zunehmend umweltfreundlicher, ob nun mit Verbrennungs- oder Elektromotoren, die Verkehrsangebote in den Metropolregionen und damit auch die Lebensqualität werden immer besser. So haben die Menschen das Gefühl, auf nichts verzichten zu müssen, obwohl sie sich weniger anstrengen.

Die Personenverkehrsleistung geht von 2014 bis 2035 deutlich zurück

Die Bevölkerung ist insgesamt deutlich weniger mobil als noch vor zwanzig Jahren (siehe Abbildung 7). Wird der Einfluss des demografischen Wandels isoliert betrachtet, ist die Verkehrsleistung seit 2014 um 8,2 %[19] gesunken. Eine rationalere und funktionalere Lebenseinstellung, getrieben vor allem auch durch höheres Kostenbewusstsein, wirkt sich zusätzlich dämpfend auf die Verkehrsleistung aus. Weniger Einkommen wird bewusst für mehr Freizeit in Kauf genommen. Mehr Freizeit fördert aber auch teilweise komplexere Wegeketten. Die gestiegenen Mobilitätskosten wiederum sind ein Grund dafür, dass die Bevölkerung häufiger auf das Auto verzichtet und auf öffentliche Verkehrsmittel sowie das Fahrrad umsteigt. Die Wege sind insgesamt ein wenig kürzer geworden. Dies zum einen aufgrund der höheren Bevölkerungsdichte in urbanen Räumen und zum anderen, weil die Menschen aus Kostengründen teilweise bewusst auf weiter entfernte Ziele für Wochenendausflüge und Urlaubsreisen verzichten. Naherholung wird zunehmend Teil des Lifestyles. All diese Effekte verstärken in ihrer Summe die Auswirkungen des demografischen Wandels, so dass die Gesamtverkehrsleistung im Personenverkehr über alle Altersgruppen und Verkehrsträger um 11,0 % bzw. pro Kopf um 7,5 % zurückgegangen ist.

[19] Für die Abschätzung des demografischen Effekts liegt die Vereinfachung zu Grunde, dass die durchschnittliche Verkehrsleistung jeder Altersgruppe von 2014 bis 2035 konstant bleibt.

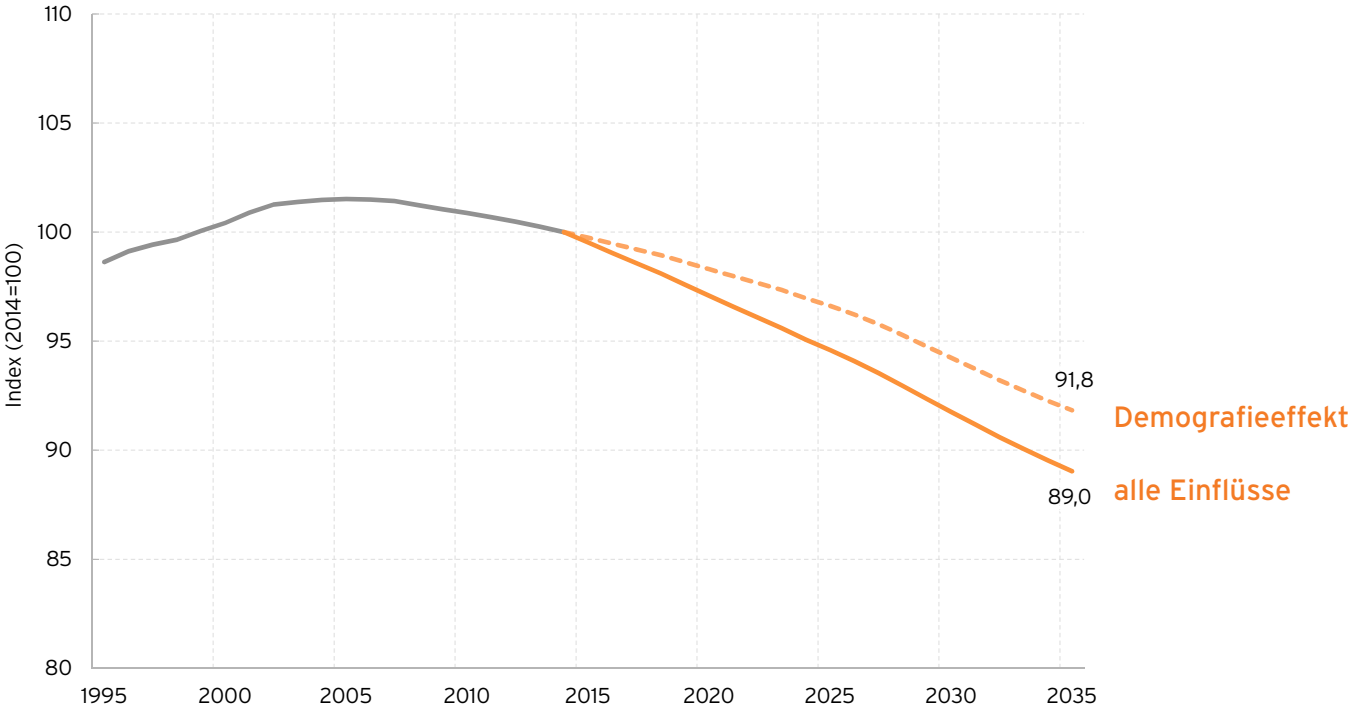


Abbildung 7: Entwicklung der Personenverkehrsleistung über alle Altersgruppen und Verkehrsträger; Mut zur Lücke

Quelle für 1995 bis 2014: gemittelte Daten aus dem Deutschen Mobilitätspanel, 2013

Doch nicht alle Einflüsse haben sich auf alle Verkehrsträger und alle Altersgruppen gleichermaßen ausgewirkt. Der MIV hat Anteile an den öffentlichen Personennahverkehr und den nicht motorisierten Verkehr (Fahrrad fahren und zu Fuß gehen) verloren, doch das Auto ist auch heute noch das dominante Verkehrsmittel (siehe Tabelle 2). Die Anteilsverschiebung resultiert primär aus dem Rückgang der Nutzung von PKW in den Altersgruppen bis 65 Jahre (siehe Abbildung 8). Noch nicht ganz abgeschlossen ist jedoch die Nachholmotorisierung der älteren Generation, welche die PKW-Nutzung weiterhin steigert. Viele Ältere sind länger agil und teilweise im höheren Alter noch in urbane Räume gezogen, um dort die bessere Infrastruktur zu nutzen. Diejenigen, die noch auf dem Land leben, sind dagegen noch mehr als früher auf ihre PKW angewiesen.

Der höhere Kostendruck hat dazu beigetragen, dass die Verkehrsleistung im innerdeutschen Langstreckenverkehr insgesamt leicht zurückgegangen ist. Der Luftverkehr hat 0,7 % am Modal Split verloren, auch weil kürzere Flugstrecken teilweise von Bahn und Fernbus substituiert wurden.

Tabelle 2: Modal Split der Personenverkehrsleistung; Mut zur Lücke

Quelle für 2014: eigene Hochrechnung basierend auf dem Deutschen Mobilitätspanel, 2013

	MIV	ÖPNV	ÖPFV	Luftverkehr	Fahrrad	Fußgänger
2014	69,4 %	12,6 %	9,1 %	2,8 %	3,5 %	2,7 %
2035	64,4 %	16,7 %	9,0 %	2,1 %	4,9 %	3,0 %
Veränderung	-5,0%	+4,1 %	-0,1 %	-0,7 %	+1,4 %	+0,3 %

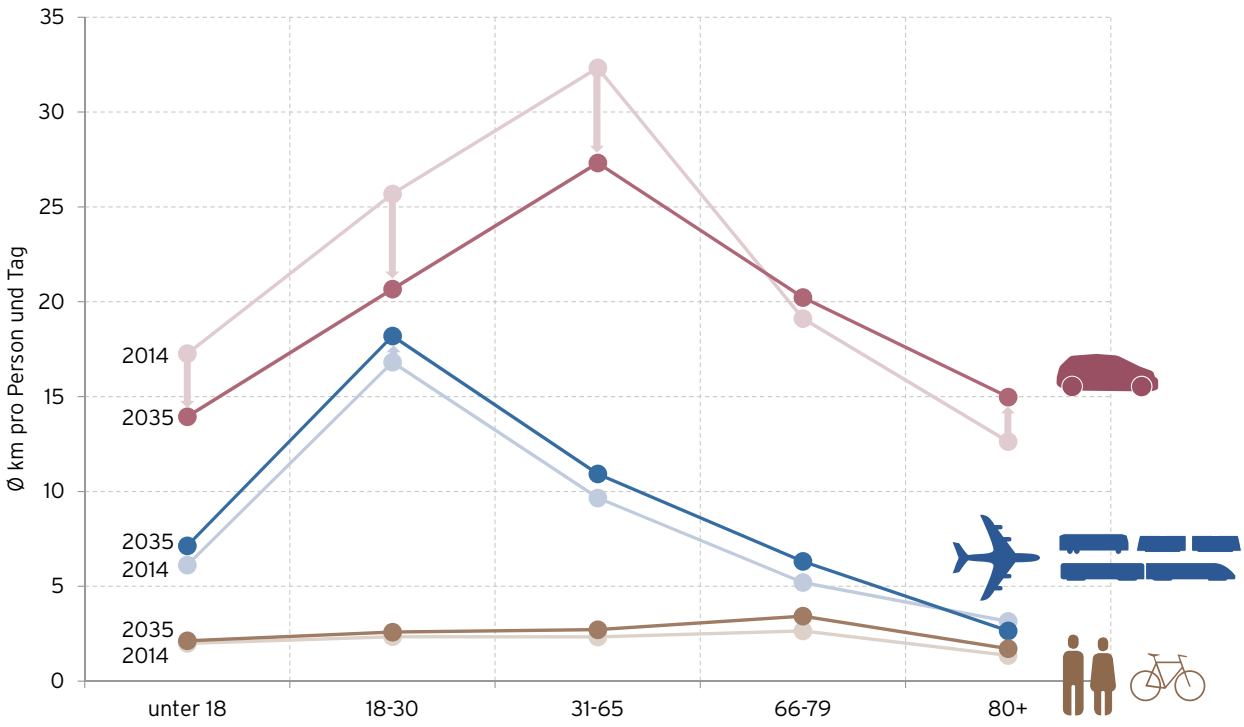


Abbildung 8: Personenverkehrsleistung für unterschiedliche Verkehrsträger und Altersgruppen; Mut zur Lücke

Quelle für 2014: eigene Hochrechnung, basierend auf dem Deutschen Mobilitätspanel, 2013

Kapitel 5
Trendbruchereignisse

„Ein Trendbruchereignis tritt unerwartet ein und war vorher trendmäßig nicht erkennbar; es lenkt einen Trend in eine andere Richtung um. Trendbruchereignisse müssen nicht unbedingt Katastrophen wie Erdbeben, Reaktorexplosionen, terroristische Anschläge oder neue Seuchen sein, sondern es kann sich bei ihnen auch um positive Ereignisse wie politische Aussöhnungen oder technologische Durchbrüche handeln.“ (Gassmann et al., 2013)

Das Unwahrscheinliche für möglich halten

Könnte etwas Unerwartetes passieren, das zwar als möglich, aber relativ unwahrscheinlich gilt, und das bei Eintreten wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung der Mobilität nehmen könnte? Für diese Studie haben wir uns drei Ereignisse als Trendbrüche aus einer langen Liste ausgesucht, die während der Expertenworkshops entstanden ist. Es handelt sich um Projektionen, die aufgrund ihrer geringen Wahrscheinlichkeit in den Szenarien unberücksichtigt geblieben sind, die wir aber als betrachtenswert im Hinblick auf Ihre Wirkung auf die Mobilität in Deutschland eingestuft haben. Wer weiß heute, ob sie vielleicht doch passieren? In diesem Kapitel reißen wir kurz an, wie das Leben in Deutschland bei Eintritt dieser Szenarien im Jahr 2035 aussehen könnte und welche Veränderungen sich aus dem Eintritt dieser Ereignisse für die Mobilität ergeben könnten.

Wachstumseinbruch in China

Chinas Wirtschaft wächst seit langem nur noch um wenige Prozentpunkte pro Jahr, wenn überhaupt. Die Mittelschicht im Land schrumpft, internationale Investitionen und Kooperationen gehen zurück. Die Infrastruktur wird nicht weiter ausgebaut.

Bis vor zwanzig Jahren setzte die deutsche Automobilindustrie auf einen weiter wachsenden, riesigen chinesischen Markt für ihre Fahrzeuge. Die Mittelschicht in China entwickelte sich seit Jahren rasant. Ihr Anpassungsstreben an den Wohlstand in der westlichen Welt schien nicht aufzuhalten zu sein, PKW-Besitz eingeschlossen. Ebenso wuchsen die Megacities unaufhaltsam, denn die Arbeitsplätze konzentrierten sich in China zu einem Großteil auf Metropolen und stadtnahe Regionen. Die Organisation des Verkehrs in diesen Städten bot beste Absatzmöglichkeiten für deutsche Verkehrsmanagement- und Kommunikationssysteme.

Im Jahr 2013 betrugen die deutschen Ausfuhren nach China 67,03 Mrd. EUR. China war der fünftgrößte Abnehmer deutscher Exportprodukte. Die bedeutendsten Warengruppen waren Kraftwagen und Kraftwagenteile (29 %), Maschinen (27 %), Datenverarbeitungsgeräte, elektrische und optische Erzeugnisse (9 %), elektrische Ausrüstungen (9 %) und chemische Erzeugnisse (9 %). Das Land war zu diesem Zeitpunkt der wichtigste Handelspartner Deutschlands in Asien und Deutschland war Chinas wichtigster Wirtschaftspartner in Europa (Auswärtiges Amt, 2014). Im Januar 2014 wurde in Berlin die erste chinesische Handelskammer in Europa eröffnet, die den Ausbau der Wirtschaftsbeziehungen und Investitionen weiter fördern sollte. Seit der Weltwirtschaftskrise 2008 hatte China ein Viertel des Weltwirtschaftswachstums beigesteuert und war damit ein globaler Stabilitätsanker.

Allerdings war 2014 auch ein Jahr, in dem das chinesische Wirtschaftswachstum nur noch etwas über 7 % lag. Jahrzehntelang war es zuvor meist zweistellig gewesen. Die Entwicklung entsprach aber noch immer den staatlich vorgesehenen Zielen. Der Staatsführung war es vor allem wichtig, jährlich rund 10 Mio. neue Arbeitsplätze zu schaffen. Zudem sollte ein nachhaltigeres Wirtschaftsmodell durch Ankurbelung des Binnenkonsums und der Dienstleistungsbranche entstehen. Schulden und Korruption sollten eingedämmt werden. Die Abhängigkeit von den Bauinvestitionen sollte zurückgehen, ebenso die Umweltverschmutzung.

Doch das alles gelang nicht. Seit zehn Jahren beherrscht eine Schuldenkrise China, gepaart mit wirtschaftlicher Stagnation. Die Schuldenkrise ist vor allem deshalb entstanden, weil die gigantischen Wohnungsbauprojekte in den Städten ohne Gegenfinanzierung abgesehen von den erhofften Grunderwerbssteuern, den wirtschaftlichen Auswirkungen der Ausgaben der Bauarbeiter vor Ort und dem Traum, Investoren anzulocken, errichtet wurden. Die Projekte wurden seit den 2000er Jahren entwickelt und waren natürlich auch mit Infrastrukturinvestitionen der lokalen Verwaltungen verbunden. Mit der weltweiten Finanzkrise 2008 wuchs auch in China die Angst vor einer Immobilienblase, die Preise sanken. Eine Bankenkrise wurde lange ausgeschlossen, weil die chinesische Währung nicht frei gehandelt wurde, die Investitionen aus dem Ausland weiter flossen und die Fremdwährungsreserven des Landes immens waren.

Entsprechend kam die Krise von innen, die Banken brachen unter der Fahrlässigkeit der lokalen Verwaltungen zusammen. Auslöser war die Pleite eines großen Grundstücksentwicklers mit Projekten in mehreren Provinzen und enormen Lohnverpflichtungen gegenüber Bauarbeitern. Um die Insolvenzen der Kommunen durch die finanzielle Versorgung der nun arbeitslosen Bauarbeiter zu verhindern, sprangen zunächst die Provinzen ein, dann die Zentralregierung. Nur so waren Unruhen unter Arbeitslosen zu verhindern. Die vier größten Bankhäuser des Landes unterwarfen sich daraufhin strengeren Regulierungen und begannen, ihre Bilanzen in Ordnung zu bringen. Die verschärften Kreditbedingungen wirkten sich umgehend aus, unter anderem platzte nun doch die Immobilienblase. Die Staatsbank wertete den Renminbi ab, um den Exportmarkt anzukurbeln. Dies scheiterte allerdings an der schlechten Nachfragesituation weltweit. Gleichzeitig war die Nachfrage im eigenen Land nicht zu steigern, nachdem die Immobilien so an Wert eingebüßt hatten.

China konnte nicht mehr als Wirtschaftsmotor der Welt fungieren. Die chinesische Mittelklasse schrumpft seitdem, weil viele gut ausgebildete Chinesen ihr Arbeitsglück anderswo auf der Welt suchen. Davon wiederum hat auch Deutschland in den vergangenen Jahren profitiert. Doch schwerer wiegt, dass die Käufe deutscher PKW in China seitdem zurückgehen. Weil kein Geld zur Erhaltung vorhanden ist, sinkt in China seit Jahren auch die Qualität der Infrastruktur und des Verkehrssystems. Das wiederum trifft die deutsche Wirtschaft ebenfalls, die beispielsweise keine Fahrzeuge mehr für den öffentlichen Verkehr nach China exportieren kann. Ebenso werden die Systeme zur Organisation der Mobilität in Megastädten, bei denen Deutschland Weltmarktführer ist, nicht mehr gekauft. Auch die chinesischen Investitionen in umweltfreundliche Produktionsverfahren sind weitgehend eingestellt worden. Ebenso sind manche Produktionsstandorte deutsch-chinesischer Kooperationen mittlerweile geschlossen, weil die rückläufige Inlandsnachfrage die Produktion unwirtschaftlich gemacht hat.

Die wirtschaftlichen Verhältnisse in China haben auch in Deutschland durch sinkende Exportzahlen Arbeitsplätze gekostet. Entsprechend sind PKW-Absatz und -Fahrleistung bei uns ebenfalls zurückgegangen. Eigene Fahrzeuge werden länger gefahren oder abgeschafft, weil Neukäufe oder Unterhaltskosten nur schwer zu finanzieren sind. Dies steigert die Nutzung des ÖVs. Die Stagnation in China sorgt aber auch dafür, dass der Ölbedarf des Landes zurückgeht. Das wiederum wirkt sich in weltweit sinkenden Ölpreisen aus.

Fahrerlos durch Deutschland

Autonom fahrende PKW sind die neuen Taxis, kommen selbstständig, wenn man sie über eine Mobilitäts-App ruft, steuern via Navigationssystem das gewünschte Fahrtziel an und können nach der Ankunft dort einfach sich selbst überlassen werden. Sie suchen sich einen Parkplatz oder kehren zu Sammelstellen zurück.

Natürlich ist noch nicht jedes Auto selbstfahrend, doch mittlerweile sind es 20 % der zugelassenen PKW in Deutschland. Sie sind nicht nur als Taxis unterwegs, sondern auch als Flotten- oder Privatfahrzeuge. Doch der Wunsch, ein eigenes Auto zu besitzen, ist parallel zu den wachsenden Zulassungszahlen dieser Vehikel zurückgegangen. Es ist problemlos möglich, jederzeit und für jeden Zweck ein Auto zu leihen, das dann wie das eigene vor der Haustür erscheint. Zusätzliche Unterhaltskosten fallen weg, Umweltbedenken auch: Die neueste PKW-Generation fährt mit äußerst effizienten Verbrennungsmotoren oder gleich rein elektrisch. Proportional zu den steigenden Zulassungen ist aber auch die Fahrgastzahl im öffentlichen Verkehr gesunken. Die Kombination aus Flexibilität, Sorglosigkeit, Privatsphäre und der Möglichkeit, während der Fahrt andere Dinge zu tun als zu fahren, hat dem PKW-Verkehr einen neuen Schub gegeben. Allerdings gehört der Großteil der Fahrzeuge eben nicht Privatpersonen, sondern Anbietern von Mobilitätsdienstleistungen. Ebenso wird ein Fahrzeug häufig für einen Weg geteilt, um die Kosten pro Fahrt zu senken.

Als in den USA bereits in den 2010er Jahren die ersten selbstfahrenden Autos im Straßenverkehr getestet wurden, löste dies in Deutschland einen weiteren Entwicklungsschub aus. Schließlich waren deutsche Hersteller bereits damals seit geraumer Zeit Marktführer bei den erforderlichen Sensorsystemen und wollten es auch bleiben. Gleichzeitig wurde der Nutzen von Sensorsystemen auch für andere Anwendungen entdeckt, entsprechend weiter in die Forschung investiert und neue Sensorkomponenten sowie Herstellungsmethoden wurden entwickelt, so dass die Kosten für die Fertigung sanken. Dadurch gingen auch die Fahrzeugpreise zurück. Heute liegen sie etwa 15 % über denen für hochautomatisierte PKW, die in bestimmten Situationen selbstständig fahren können, regelmäßig aber noch ein Eingreifen des Fahrers erfordern.

Die Chancen für die Sicherheit im Straßenverkehr und die Vorteile für den Einzelnen sowie bestimmte Bevölkerungsgruppen wie mobilitätseingeschränkte Personen hatte man auch in Deutschland schon früh erkannt. Doch gleichzeitig gab es Bedenken, was geschehen würde, wenn die Sensorsysteme einmal versagten. Entsprechend schien die Formulierung der erforderlichen rechtlichen Regelungen für Zulassung und Versicherung – besonders für den Betrieb in Ballungsräumen – fast unmöglich. Doch stetig erhöhte sich der Druck verschiedener Interessengruppen und auch der Automobilindustrie auf die Bundesregierung. Vor knapp zehn Jahren dann gelang der Durchbruch, orientiert an den Regelungen, die ein paar Jahre zuvor für die Metropolregionen der USA formuliert wurden. Noch immer besteht allerdings das Problem, die Daten der Nutzer und auch die Systeme der Wagen selbst vollständig vor Hackerangriffen zu schützen.

Eine Folge der wachsenden Menge selbstfahrender Autos ist eine sinkende Zahl von Führerscheinbesitzern in der Altersgruppe der 18- bis 30-Jährigen. Zum Teil fahren auch Jugendliche bereits allein in autonomen Mobilen. Ein anderer Effekt sind sinkende Ausgaben für die Pflege älterer Menschen. Diese können länger in den eigenen vier Wänden wohnen bleiben, da sie mit autonom fahrenden Vehikeln sowohl den Einkauf als auch den Arztbesuch

erledigen können, und länger am sozialen Leben teilhaben, da sie sich weiterhin mit Bekannten treffen können – auch wenn der Arzt ihnen längst den Führerschein entzogen hat. Eine weitere Nutzergruppe nimmt täglich lange Wege zwischen Wohn- und Arbeitsstätte in Kauf, da die Zeit im Auto bereits für die Arbeit genutzt werden kann und vom Arbeitgeber auch entsprechend vergütet wird.

Zwar ist die Verkehrsleistung auf den Straßen gestiegen. Die Fahrerassistenz- und Verkehrsmanagementsysteme haben aber dazu beigetragen, Unfälle und Staus zu reduzieren. Die CO_2-Emissionen sind ebenfalls zurückgegangen, weil die meisten der neuen Fahrzeuge elektrisch oder mit einem speziell programmierten effizienten Fahrstil und modernster Technik unterwegs sind. Autonom fahrende Mobile senken also auch Stau- und Verbrauchskosten.

Das klassische Taxigewerbe ist fast völlig zusammengebrochen. Spezialisierte Dienste übernehmen noch den Transport von Kindern oder Kranken. Car-Sharing-Unternehmen und Mobilitätsdienstleister dagegen erleben einen Boom. Car Sharer bieten auch Mitfahrmöglichkeiten an und haben damit das Geschäft der Mitfahrzentralen übernommen, Verkehrsunternehmen haben ihre Busse und Anrufsammeltaxis zu schwach frequentierten Zeiten durch autonom fahrende Fahrzeuge ersetzt. Die Automobilhersteller nehmen die neuen Herausforderungen und damit den neuen Markt dankbar an. Hand in Hand mit den neuen Möglichkeiten geht auch ein verändertes Fahrzeugdesign – ob Mediencenter und bestmöglicher Internetzugang oder Niederflur-Eintritt und medizinischer Notrufknopf.

E-Mobilität als Massenbewegung

90 % aller neu zugelassenen PKW sind heute Elektroautos. Ein E-Mobil zu fahren, macht einfach Spaß. Mit ihm kann man an der Ampel jeden Sportwagen abhängen – von Null auf Sechzig in weit unter fünf Sekunden. Die Fahrzeuge sind kaum noch teurer als konventionell angetriebene Wagen, das Reichweitenproblem ist entschärft und der Strommix mit 60 % aus erneuerbaren Quellen macht E-Mobilität umweltfreundlich und beruhigt das Gewissen.

Das Ziel der deutschen Bundesregierung, dass 1 Mio. Elektrofahrzeuge bis 2020 auf deutschen Straßen fahren, wurde erreicht. Dieser industriepolitische Erfolg führte dazu, dass nun auf nationaler Ebene so gut wie alle Fördergelder für alternative Antriebsenergien und -systeme auf die E-Mobilität konzentriert wurden, um sie noch konsequenter zu fördern. Alle anderen Möglichkeiten wie etwa Gas oder Biofuels bezeichnete die Regierung als Übergangs- und Brückentechnologien, die sie ab sofort nicht mehr speziell unterstützte.

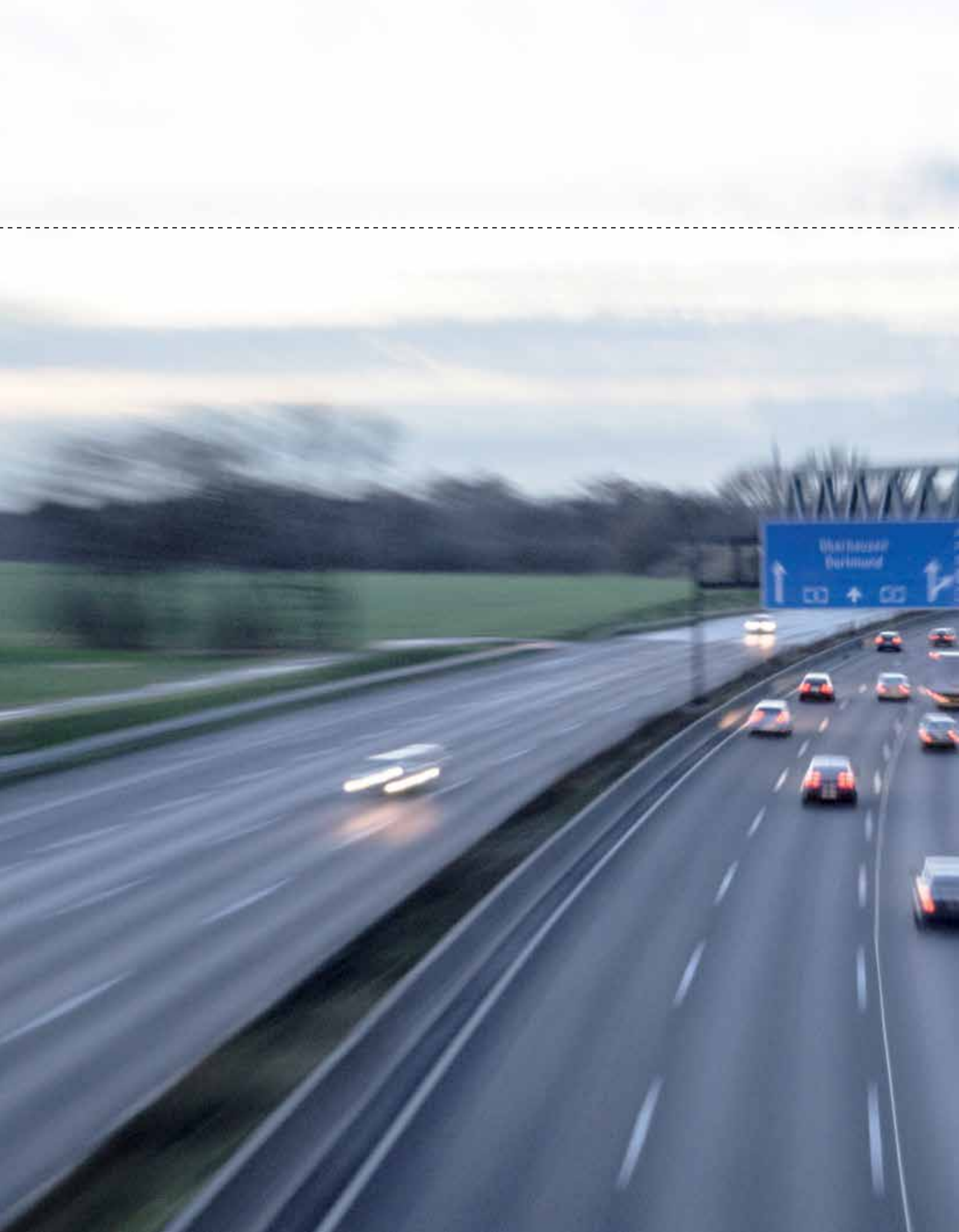
Eine zusätzliche Finanzspritze kam aus der Umstellung der Dienstwagenbesteuerung: Der steuerlich absetzbare Teil war nun an den CO_2-Ausstoß des jeweiligen PKW gekoppelt. Dies hatte zwei Effekte: Einerseits wurden die Verursacher von CO_2-Emissionen je nach Umweltverschmutzungsgrad ihres Fahrzeugs belastet und spürten dies im eigenen Geldbeutel, andererseits führte eine Zweckbindung dieser Einnahmen zu Gunsten der Elektromobilität zu Mitteln, die für eine intensive Öffentlichkeitsarbeit zur Aufklärung über Elektromobilität und Vermarktung von E-Mobilen eingesetzt werden konnten. Zu den Informationskampagnen gehörten von Anfang an beispielsweise in die Fahrausbildung eingebaute E-Mobil-Praxisstunden sowie ein Theorieblock zur E-Technik in Fahrzeugen. In den Fahrschulen konnten Interessierte auch jederzeit mit Fahrlehrerbegleitung kostenlos Elektromobilität ausprobieren. Die Fahrzeuge haben die Hersteller zur Verfügung gestellt. Heute lernen Führerscheinanwärter nur noch auf ausdrücklichen Wunsch nicht komplett auf einem E-PKW.

Geld floss vor allem auch in die Batterieforschung und -entwicklung sowie in den Infrastrukturausbau, etwa in Schnellladestationen an Tankstellen und Rastplätzen entlang der Autobahnen, um auf Langstrecken das Aufladen des Autos während einer Kaffeepause zu ermöglichen. Ordnungsrechtliche Maßnahmen wie die Verankerung einer bestimmten Anzahl von E-Mobil-Parkplätzen mit Stromversorgung bei Neubauprojekten haben die Verbesserung der E-Infrastruktur in den Städten unterstützt.

Batterien mit einer Reichweite von rund 400 km für fünfsitzige PKW waren dank der intensiven deutschen Forschung bereits Ende der 2020er Jahre im Handel und Deutschland damit Weltmarktführer. Heute sind die Speicherkapazität und die Zyklenfestigkeit deutscher Batterien noch um einiges besser. Aufgrund ihrer massenhaften Produktion sind ihre Kosten bereits vor einigen Jahren auf 60 EUR/kWh gesunken. Damit glichen sich auch die Anschaffungskosten für E-Fahrzeuge an die für konventionell angetriebene an. Da Elektroautos an der Tankstelle und auch in der KFZ-Steuer durch den an den CO_2-Ausstoß gebundenen Faktor aber bedeutend günstiger in der Nutzung sind, haben bereits Mitte der 2020er Jahre viele Neuwagenkunden E-PKW in ihre Kaufentscheidung einbezogen. Die Entwicklung verlief über Plug-in-Hybride hin zu solchen mit Range Extendern oder gleich zu rein elektrisch fahrenden Fahrzeugen. Zehn Jahre zuvor hatten sich nur Early Adopter, Flottenbetreuer und Car-Sharing-Anbieter ernsthaft für reine E-Autos interessiert.

Der Automobilindustrie war ebenfalls sehr daran gelegen, die Entwicklung der E-Mobilität voranzubringen: Die europäische Gemeinschaft hatte ihre CO_2-Flottenrichtlinie zur Verminderung der CO_2-Emissionen von PKW Anfang der 2020er Jahre sehr ambitioniert verschärft und den durchschnittlichen CO_2-Wert für die Neuwagenflotten der Autobauer ab 2040 auf 50 g CO_2/km nach NEFZ festgelegt. Um diesen Wert je erreichen zu können, musste der Anteil der E-Fahrzeuge im Flottenmix ohnehin steigen. Gleichzeitig haben die deutschen Fahrzeughersteller aber auch ihre Chance erkannt, sich mit einer E-Mobil-Offensive weltweit Marktanteile in diesem Segment zu sichern. In Deutschland führten die politischen Anstrengungen und das große Angebot an Elektroautos weit über Kleinstwagen hinaus bereits 2030 zu einer Zulassungszahl, die das Ziel der Bundesregierung von 6 Mio. E-Fahrzeugen zu diesem Zeitpunkt auf deutschen Straßen weit übertraf.

Der Fahrspaß – kaum jemand, der schon einmal für längere Zeit ein E-Mobil gefahren hat, möchte wieder auf einen Verbrenner umsteigen – hat zu einem emotionalen Verhältnis zu E-Autos geführt, so dass schnelle Entwicklungszyklen akzeptiert werden. Um sie zu nutzen, werden diese Fahrzeuge gern nur für wenige Jahre geleast statt gekauft. Das wiederum führt unter anderem zu einer schnelleren Marktdurchdringung mit neuen Produkten. Gleichzeitig sind modernste E-Mobile zu Statussymbolen in Sachen Umweltschutz geworden. Für Sonderfahrten wie Urlaub, Großfamilienausflug oder Umzug werden hocheffiziente PKW mit konventionellem Antrieb, Hybride oder Fahrzeuge mit Range Extendern gemietet. Meist sind entsprechende Angebote bereits in der Leasingrate enthalten. Mehr als 2 Mio. PKW mit E-Motor werden mittlerweile pro Jahr in Deutschland neu zugelassen.


Dortmund

Kapitel 6
Auswirkungen und Schlussfolgerungen

"The only function of economic forecasting is to make astrology look respectable." (John Kenneth Galbraith[20])

[20] John Kenneth Galbraith, 1908 – 2006, kanadisch-US-amerikanischer Ökonom, Sozialkritiker, Präsidentenberater, Romancier und Diplomat

Heute sind die Menschen in Deutschland anders unterwegs als noch vor zwanzig Jahren. Das hat unterschiedliche Gründe: demografische, wirtschaftliche, verkehrs- und energiepolitische sowie technische. Ganz entscheidend beeinflusst aber auch die jeweilige Einstellung zur Mobilität und zu wichtigen Lebensbereichen das Verhalten der Bevölkerung.

Die Personenverkehrsleistung ist in den vergangenen beiden Dekaden insgesamt gesunken, aber nicht bei allen Verkehrsträgern. Der öffentliche Verkehr, der Fahrradverkehr und die Bewegung zu Fuß haben jeweils anteilig zugenommen. In beiden Szenarien haben der nicht aufzuhaltende Bevölkerungsrückgang und der demografische Wandel hin zu einer alternden Einwohnerschaft die rückläufige Verkehrsleistung getrieben. Hinzu kommt eine Konzentration der Menschen in städtischen Regionen. Diese Entwicklungen haben die Verkehrssteigerungen im „Musterschüler"-Szenario durch mehr erwerbstätige Frauen, Fernpendlerströme, Dienstreisen, mobilere Ältere und eine stärkere Flexibilisierung des Arbeitslebens überkompensiert. Im Szenario „Mut zur Lücke" dagegen wurde der durch die demografische Entwicklung und die Konzentration der Menschen in den Städten hervorgerufene Effekt der sinkenden Verkehrsleistung noch verstärkt, unter anderem durch gestiegenes Kostenbewusstsein.

Die Lebensqualität ist in beiden Szenarien hoch. Unsere Musterschüler führen ein arbeitsreiches, aber finanziell abgesichertes Leben. Die nicht ganz so Fleißigen kommen mit weniger Einkommen aus und wissen ihr Mehr an Freizeit sehr zu schätzen. Einzig in wirtschaftlich schwachen Regionen wie manchen ländlichen Gebieten ist es zunehmend schwieriger, zu arbeiten, einzukaufen, zum Arzt zu gehen und ohne PKW mobil zu sein. Der Schutz der Umwelt durch Gesetze zur Reduktion von beispielsweise Treibhausgasemissionen sowie der Beschluss der Energiewende in Deutschland spielen seit mehr als zwanzig Jahren eine große politische Rolle und haben sich in Summe auf die Lebensqualität sowie die Mobilität in den Städten ausgewirkt. Die Klimaschutzziele und die Regulierung des CO_2-Ausstoßes sind zwei der größten Treiber der Szenarien. Zwar sind die Auflagen im Szenario „Mut zur Lücke" nicht so streng wie im anderen Bild, doch bei „Mut zur Lücke" sorgt der Kostendruck für eine Veränderung im Mobilitätsverhalten und damit für weiter sinkende CO_2-Emissionen.

E-Mobilität spielt heute eine größere Rolle als noch vor zwanzig Jahren. Zwar ist nur in einem unserer Szenarien der Durchbruch der Elektromobilität durch neue technische Meilensteine tatsächlich gelungen. Doch im anderen Szenario zwingt unter anderem der hohe Ölpreis zum Umdenken. Dies kann in Richtung Wasserstoff, E-Mobilität oder hin zu einem Verkehrsmittelwechsel führen. Für beide Szenarien stellen wir jedoch aufgrund der Fahrzeugzahl fest, dass sich E-Mobilität gesellschaftlich etabliert hat – natürlich angetrieben mit Strom aus erneuerbaren Quellen, was wiederum die Abhängigkeit vom Erdöl weiter reduziert.

Die Bevölkerung ist insgesamt multimodaler eingestellt. Dies gilt besonders für urbane Räume aufgrund des besseren Angebots an Verkehrsalternativen. Auch das ist ein Zeichen für gestiegene Lebensqualität. Darüber hinaus hat die Bedeutung von Mobilitätsdienstleistungen wie Car oder Bike Sharing, Car Pooling und Mobilitätskarten in den vergangenen Jahrzehnten deutlich zugenommen. Dass die unterschiedlichen Möglichkeiten, sich fortzubewegen, auch genutzt werden, hat verschiedene Ursachen: Die Kosten, die sich aus dem Besitz und der Nutzung eines PKW ergeben, sowie häufige Staus auf dem Weg zur Arbeit und wieder nach Hause haben

dazu geführt, Alternativen in Betracht zu ziehen. Gepaart mit einer wachsenden multimodalen Orientierung und den Lifestyle-Trends, sich ökologisch zu verhalten sowie dem Motto „Nutzen statt Besitzen“ zu folgen, hat sich die Einstellung zum eigenen Auto verändert. Der Umgang mit dem eigenen PKW ist nutzungsorientierter geworden. Hinzu kommt, dass multimodale Mobilität durch Informationsportale und leistungsfähige Schnittstellen zwischen den einzelnen Verkehrsmitteln und Verkehrsträgern heute effizienter möglich und dadurch eine noch bessere Alternative zur monomodalen Mobilität ist als bereits vor zwanzig Jahren. Ob Szenario 1 oder 2: Die Verknüpfung der verschiedenen Verkehrsangebote ist jeweils hervorragend. Darum wird der PKW auch aus praktischen Gründen häufiger stehen gelassen als noch vor zwei Dekaden.

Mobilität wird heute anders konsumiert: flexibler, spontaner und situativer. Der PKW steht im täglichen Wettbewerb mit anderen Verkehrsträgern. Allerdings bedeutet dies nicht, dass massenhaft Haushalte keinen eigenen PKW mehr haben. Vielmehr haben sich PKW-Besitz und -Nutzung auseinander entwickelt. Der Rückgang der PKW-Nutzung ist deutlich stärker als der des PKW-Besitzes. Andererseits machen neue Nutzungskonzepte wie Car Sharing und Car Pooling das Auto und seine Vorteile auch Menschen zugänglich, die keinen eigenen PKW besitzen.

Natürlich hat die Verbesserung des Angebots Geld gekostet. Entsprechend sind die Mobilitätskosten – egal, ob im öffentlichen Verkehr oder für den MIV – überproportional gestiegen. Ein Teil der zusätzlichen Mittel floss in die physische Infrastruktur ebenso wie in den Ausbau der IKT, um die diversen Angebote miteinander zu vernetzen. Trotzdem war es nicht überall möglich, die Infrastruktur zu verbessern oder auch nur ein gleichbleibendes Niveau zu sichern. Besonders in ländlichen Regionen und hier speziell im Szenario „Mut zur Lücke“ ist es nicht gelungen, alle Verkehrswege in einem brauchbaren Zustand zu halten. Es ist abzusehen, dass in manchen ländlichen Gebieten die Infrastruktur nicht mehr wiederhergestellt werden wird.

Wir gehen aufgrund der Untersuchungsergebnisse davon aus, dass auch nach 2035 weiterhin regelmäßig geflogen und mit der Bahn im Fernverkehr gefahren wird, doch Fernbusse sind längst die dritte Säule des öffentlichen Fernverkehrs. Im Nahverkehr wird der ÖPNV, ergänzt durch zu Fuß gehen und die Nutzung von Fahrrädern als gesunde, hippe und kostengünstige Alternativen, weiter an Bedeutung gewinnen.

Der PKW hat und wird auch künftig seine Rolle als besonders individuelles, in manchen Situationen kaum verzichtbares und Privatsphäre bietendes Verkehrsmittel behalten. Durch die verschiedenen Schritte des automatisierten Fahrens hin zum autonomen Fahren wird der MIV, nachdem er zunächst zurückgegangen ist, sogar wieder an Bedeutung gewinnen. Die Vorteile, die sich durch die Handlungsfreiheit für den Fahrer, eine geringere Umwelt- und Stressbelastung, rückläufige Unfallzahlen sowie einen kontinuierlich fließenden Verkehr ergeben, werden genutzt werden. Allerdings nehmen wir an, dass anfangs eher „Roboter-Taxis“ von Car-Sharing-Diensten und autonome Dienstwagenflotten von Unternehmen als private autonome Fahrzeuge den MIV bestimmen. Sie werden ergänzt durch diverse elektrisch angetriebene Vehikel aller Art, die weiterhin überwiegend selbst zu steuern sind.

Anhang A
Historische Entwicklung der Einflussbereiche

Entwicklungsdynamiken nehmen zu, Rückschlüsse aus der Vergangenheit auf die Zukunft werden zunehmend schwieriger. Dennoch bieten beobachtete Entwicklungen und Trends der Vergangenheit eine wichtige Basis für die Zukunftsschau. So fassen wir in diesem Anhang die Entwicklung der vergangenen zwei Jahrzehnte (etwa 1990 bis 2012) für fünf ausgewählte Einflussbereiche zusammen. Für Demografie, Wirtschaft, Energie, Verkehrspolitik sowie – ganz neu hinzugekommen und unserer Meinung nach von wachsender Bedeutung – Einstellungen stellen wir die einzelnen Deskriptoren unserer Studie vor. Die hier genannten Informationen stammen fast ausschließlich aus den Hintergrundpapieren, die Prognos und Inovaplan für die Expertenworkshops als Datengrundlage zusammengestellt haben. Sie haben geholfen, die Bandbreite plausibler Zukunftsprojektionen pro Deskriptor einzugrenzen. Für den Bereich Technologie gab es ein solches Papier nicht, daher fehlen hier die Angaben zu diesen Faktoren. Einige Technologie-Deskriptoren werden jedoch bereits in den Bereichen Energie und Verkehrspolitik angesprochen.
Zu allen Technologien finden sich Details in Anhang B.

Demografie

Neben den rein demografischen Deskriptoren wie der Zahl der Menschen in Deutschland, Unterscheidung nach Geschlecht und Alter sowie dem Wanderungssaldo spielen in diesem Bereich auch sozioökonomische Aspekte wie Haushaltsgröße und Bevölkerungsverteilung nach Region und Raumtyp eine Rolle. Auswirkungen auf Mobilität haben alle Deskriptoren gemeinsam. Es kommt darauf an, wie viele Menschen in welchem Alter wie und wo wohnen und mobil sein müssen oder wollen. Das beeinflusst beispielsweise das Angebot an öffentlichem Verkehr in bestimmten Regionen.

Bevölkerungsentwicklung

Während die Bevölkerung in Deutschland von 1990 bis 2002 von 79,8 Mio. Einwohnern auf über 82 Mio. Einwohner gewachsen ist, ist die Zahl von 2003 bis 2010 kontinuierlich zurückgegangen. Sie ist seit 2011 wieder kurzfristig angestiegen und lag 2013 bei 80,9 Mio. Personen. Über den gesamten Zeitraum von 1990 bis 2013 wuchs die deutsche Bevölkerung um knapp 1,4 % (Statistisches Bundesamt, 2014b). Der Wechsel der Datenquelle von der geschätzten Fortschreibung auf den Zensus 2011[21] wirkt sich dabei nicht aus.

Die Zahlen sind abhängig von der Geburtenrate, der Sterberate sowie der Zu- und Abwanderung in Deutschland. Die Geburtenrate ist mit etwa 1,4 Kindern pro Frau in den betrachteten vergangenen zwanzig Jahren nahezu konstant geblieben[22]. Die Lebenserwartung ist dagegen kontinuierlich von 72,9 auf 77,2 Jahre gestiegen[23]. Der Wanderungssaldo schwankte zwischen hohen Wanderungsüberschüssen (bis zu mehr als 800 000 Personen) in den frühen 1990er Jahren und negativen Entwicklungen. 2010, 2011 und 2012 hat Deutschland durch einen robusten Arbeitsmarkt und eine positive wirtschaftliche Entwicklung offenbar wieder an Attraktivität gewonnen, so dass die Zuzüge die Fortzüge deutlich übertrafen. 2012 betrug der Überschuss mehr als 350 000 Personen (Statistisches Bundesamt, 2013b). Der Anteil der Menschen ohne einen deutschen Pass an der Gesamtpersonenzahl in Deutschland lag über den gesamten Betrachtungszeitraum 1990 bis 2012 zwischen 7,0 und 9,0 %. 2013 waren es 9,4 % und damit mehr als 7,6 Mio. Menschen (Statistisches Bundesamt, 2014a).

Altersstruktur

Eine steigende Lebenserwartung und eine anhaltend niedrige Geburtenrate wirken sich nicht nur auf die Bevölkerungsgröße, sondern auch auf ihre Altersstruktur aus. Als Ergebnis des demografischen Wandels schrumpft die deutsche Bevölkerung und altert gleichzeitig. Der positive Wanderungssaldo wirkt zwar verjüngend auf die Bevölkerung, da Zuwanderer in der Regel im erwerbsfähigen Alter einwandern, kann aber den Alterungsprozess nicht stoppen aufgrund der geringen Menge an Zuwanderern. Zudem altert auch diese Bevölkerungsgruppe und lebt häufig nach Eintritt ins Rentenalter weiterhin in Deutschland.

[21] erste gesamtdeutsche Zählung der Bevölkerung seit der deutschen Wiedervereinigung, 9. Mai 2011

[22] zusammengefasste Geburtenziffer nach Jahren (Statistisches Bundesamt, 2013b)

[23] durchschnittliche fernere Lebenserwartung in den Bundesländern bei Geburt 1993/1995 zu 2009/2011 (Statistisches Bundesamt, 2013b)

Diesen Faktoren entsprechend sind die jüngeren Bevölkerungsgruppen (bis 40 Jahre) im Zeitraum zwischen 1990 und 2010 geschrumpft, die älteren dagegen sind gewachsen. Verstärkt wird die Entwicklung durch die älter werdende Babyboomer-Generation.[24]

Haushaltstypen

In der Entwicklung der Haushaltstypen zeigt sich eine Veränderung der Lebensweisen, die ihren Ursprung primär in einem gesellschaftlichen Wandel hat. Die Zahl der Haushalte ist von 1991 bis 2012 deutlich gestiegen, von 35 Mio. auf mehr als 40 Mio. (plus 15 % bzw. 0,7 % p.a.). Da die Bevölkerung im selben Zeitraum nur geringfügig gewachsen ist, beruht die Zunahme auf einem Rückgang der durchschnittlichen Haushaltsgröße. Relativ und absolut ist die Zahl der Ein- und Zweipersonenhaushalte im betrachteten Zeitraum gestiegen: 4,6 Mio. mehr Einpersonenhaushalte waren 2012 gegenüber 1991 zu verzeichnen (plus 38 % bzw. 1,6 % p.a.). Zweipersonenhaushalte gab es 3,1 Mio. mehr als 1991 (plus 29 % bzw. 1,2 % p.a.). Damit machten 2012 Einpersonenhaushalte 41 % und Zweipersonenhaushalte 35 % aller Lebensformen in Deutschland aus. Die Zahlen der Drei-, Vier- sowie Fünf- und Mehrpersonenhaushalte ging um 950 000, 1 Mio. und 400 000 zurück auf einen Anteil von 12, 9 und 3 %. Entsprechend sank die durchschnittliche Haushaltsgröße von 2,3 Personen in 1991 auf 2,0 Personen in 2012 (Statistisches Bundesamt, 2013a).

Ein Blick auf das Alter der Haushaltsmitglieder zeigt, dass in Einpersonenhaushalten im Jahr 2012 nicht mehr primär sehr junge oder ältere Erwachsene lebten. Der Anteil dieser Haushalte hat in allen Altersgruppen zugenommen. Es gab zudem weniger Familien mit Kindern, mehr Paare ohne Kinder und mehr Alleinstehende in Mehrpersonenhaushalten, meist Wohngemeinschaften.

Arbeitswege

Die Distanz und die Zahl der Wege nach und von einem Arbeitsplatz treiben die Verkehrsleistung. Zwischen 1994 und 2008 stieg sowohl die Zahl der Menschen, die 25 bis 49 km pro Richtung zurücklegten, als auch die derjenigen, die 50 km und mehr pro Strecke zu bewältigen hatten. Dagegen sank der Anteil derjenigen, die weniger als 10 km von ihrer Arbeitsstätte entfernt wohnten (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2012). Die Verkehrsleistung für Berufswege stieg zwischen 1990 und 2010 von 164 Mrd. km auf 216 Mrd. km (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2012)

[24] Personen, die in den besonders geburtenstarken Jahren zwischen 1955 und 1969 geboren wurden (Statistisches Bundesamt, 2013b)

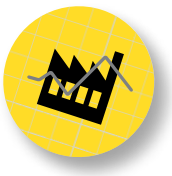
Bevölkerung nach Raumtyp

Die raumstrukturelle Entwicklung zwischen 1990 und 2011 zeigt für Deutschland einen Trend in Richtung weiterer Urbanisierung. Lebten 1990 53,5 Mio. Menschen in einem städtischen Raum (kreisfreie Großstädte sowie städtische Kreise[25]), so waren es 2011 55,8 Mio. Ihr Anteil wuchs um einen Prozentpunkt auf 68 %, obwohl flächenmäßig der größte Teil Deutschlands nach wie vor durch ländlichen Raum gekennzeichnet ist.[26] Daten für eine andere Differenzierung der Raumtypen – beispielsweise nach peripherem ländlichen Raum, metropolnahem ländlichen Raum, suburbanem Raum, Kernstädten und Metropolregionen – stehen für den genannten Zeitraum nicht zur Verfügung.

Regionale Bevölkerungsverteilung

Wanderungsbewegungen gibt es nicht nur von und nach Deutschland, sondern auch innerhalb des Staates. Zwischen 1991 und 2011 kennzeichneten zwei große Trends die Binnenbewegungen: die Ost-West-Wanderung von 1,2 Mio. Menschen zwischen 1991 und 2011 (Statistisches Bundesamt, 2013b) und die Nord-Süd-Wanderung, hervorgerufen vor allem durch die Wiedervereinigung Deutschlands sowie das Angebot an Arbeits- und Ausbildungsplätzen im Süden und Westen. Entsprechend sind Hamburg im Norden und seit Mitte der 2000er Jahre auch Berlin im Osten Ausnahmen, die vom Binnenwanderungssaldo profitierten. Negative Ausnahmen sind im Westen Nordrhein-Westfalen und Rheinland Pfalz, die seit Mitte des vergangenen Jahrzehnts mehr Fort- als Zuzüge verzeichneten.

Wirtschaft



Größen wie die Wirtschaftsentwicklung und das Außenhandelsvolumen eines Landes, das verfügbare Einkommen pro Haushalt und die Erwerbsquote geben Aufschluss über den Wohlstand eines Staates und damit seine Einnahmen. Die wiederum bestimmen, ob ein Staat genügend Geld für notwendige Investitionen beispielsweise in Infrastruktur oder Bildung hat, um eine positive Wirtschaftsentwicklung zu sichern. Die Zahl der Erwerbstätigen beeinflusst etwa durch den jeweiligen Arbeitsweg die Verkehrsleistung – ebenso, wie das individuelle Einkaufsverhalten dies tut. Gleichzeitig waren Wirtschaftswachstum und Güterverkehrsleistung in der Vergangenheit eng aneinander gekoppelt. Sowohl generelle ökonomische Trends als auch individuelle Gegebenheiten wirken sich direkt auf das Verkehrsaufkommen im Individual-, öffentlichen und Güterverkehr aus.

[25] Dabei bilden alle kreisfreien Großstädte sowie die städtischen Kreise den städtischen Raum und alle ländlichen Kreise den ländlichen Raum.

[26] laufende Raumbeobachtung des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung, 2012

Wirtschaftsentwicklung

Die Wirtschaftsentwicklung eines Landes wird als Bruttoinlandsprodukt (BIP) gemessen. Das deutsche BIP wuchs von 1991 bis 2012 bis auf wenige Jahre wie während der Wirtschaftskrise 2008/2009 stetig, preisbereinigt um insgesamt 32 % oder um 1,3 % p.a. Das Wachstum wird als schwach bezeichnet. Zwischen Mitte der 1990er Jahre und der ersten Hälfte des vergangenen Jahrzehnts gehörte Deutschland regelmäßig zu den Ländern im Euro-Raum, die den geringsten Zuwachs beim BIP verzeichneten. Pro Kopf stieg das reale BIP über den gesamten Zeitraum um 28,8 % bzw. um 1,2 % pro Jahr (Statistisches Bundesamt, 2013b).

Strukturreformen auf dem Arbeitsmarkt und bei den staatlichen Sicherungssystemen konnten seit Mitte der 2000er Jahre die Arbeitsnebenkosen senken. Gekoppelt mit Lohnzurückhaltung auf Seiten der Arbeitnehmer stiegen die Lohnstückkosten in Deutschland deutlich langsamer als in den meisten übrigen Ländern (Statistisches Bundesamt, 2013). Zudem wirkte sich die dynamische Expansion von Weltwirtschaft und Welthandel für Deutschland positiv aus. Die Wirtschaftskrise 2008/2009 traf die Bundesrepublik besonders hart, sie erholte sich aber – anders als andere europäische Staaten – schnell.

Deutsches Außenhandelsvolumen

Die deutschen Exporterfolge zwischen 1991 und 2012 trugen maßgeblich zum wirtschaftlichen Wachstum in Deutschland bei. Doch die Exportorientierung ist erst seit 1999 zum Wachstumsmodell geworden. Der Anteil des Außenbeitrags am deutschen BIP stieg von 1991 bis 2012 von 0,7 % (14 Mrd. EUR) auf 7,4 % (183 Mrd. EUR). Der Export von Dienstleistungen spielte dabei noch keine Rolle. Entsprechend der Dynamik des Außenhandels haben auch die Güterexporte zugelegt: von 352 Mrd. EUR (1991) auf 1,09 Bio. EUR (2012). Das waren im Schnitt plus 5,5 % p.a. (European Commission, 2013).

Welthandelsvolumen und Globalisierung

Weltweit zeigt sich eine zunehmende internationale wirtschaftliche Verflechtung, die Globalisierung. Entsprechend hat sich der Welthandel dynamisch entwickelt. Die weltweiten Exporte haben sich seit 1991 mehr als verdreifacht, von 2,6 Bio. EUR auf 8,7 Bio. EUR (2012)[27]. Anders ausgedrückt: Sie sind um durchschnittlich 5,9 % p.a. gestiegen. Abzuleiten ist, dass der weltweite Außenhandel auch für die globale Wirtschaftsleistung eine immer größere Rolle spielt. Der Anteil der Im- und Exporte am globalen BIP ist von 29 % (1991) auf 56 % (2012) geklettert.[28] Die Anteile der Branchen, die am weltweiten Handel teilnehmen, sind fast gleich geblieben, die Länder nicht. Die Quote der Schwellenländer ist im betrachteten Zeitverlauf zu Lasten des Parts der Industrieländer angestiegen. Deutschland hat sich jedoch gut behauptet, allerdings haben sich die Arbeitsinhalte gewandelt: Es hat eine Spezialisierung hin zu wissensintensiven Tätigkeiten und eine Zunahme von primären Dienstleistungen stattgefunden.

[27] umfasst laut Prognos-Makromodell von 2014 die 42 wichtigsten Volkswirtschaften der Welt

[28] umfasst laut Prognos-Makromodell von 2014 die 42 wichtigsten Volkswirtschaften der Welt

Verfügbares Einkommen

Das verfügbare Einkommen bezeichnet das Einkommen privater Haushalte, das zum Konsumieren und/oder Sparen zur Verfügung steht, also das Haushaltseinkommen minus Steuern und Abgaben, aber zuzüglich eventueller Transferzahlungen. Je höher es ist, desto mehr steht für Ausgaben neben Wohnen, Kleiden und Ernähren und damit auch für Mobilität zur Verfügung. Im Jahr 2012 lag es mit 18 167 EUR pro Kopf deutlich über dem Durchschnitt der EU-15. Seit 1991 ist es preisbereinigt um knapp 10 % gestiegen, durchschnittlich um 0,4 % p.a. (Statistisches Bundesamt, 2013b). Allerdings ist zudem die Einkommensverteilung zu berücksichtigen: Seit 2002 ist die Zahl der Haushalte, die mit einem Nettoeinkommen von weniger als 1700 EUR pro Monat auskommen müssen, zurückgegangen. Gleichzeitig hat die Zahl der Haushalte, die ein hohes oder sehr hohes Nettoeinkommen von bis zu 18 000 EUR monatlich zur Verfügung haben, zugenommen (Statistisches Bundesamt, 2013b).

Erwerbsquoten

Die Erwerbsbeteiligung zeigte in den vergangenen Jahren vor allem einen Trend: Immer mehr Frauen arbeiten. Waren es 1991 noch 61 % der Frauen im erwerbsfähigen Alter, so waren es 2012 bereits 72 %. Ihr Bildungsniveau wächst, ihr Wunsch nach Unabhängigkeit und die Notwendigkeit, arbeiten zu gehen, auch. Die Rate der Männer im erwerbsfähigen Alter, die arbeitet, ist mit 82 % konstant geblieben. Betrachten wir die Altersstruktur, so ist der Anteil Älterer an der Erwerbsquote etwa aufgrund von weniger Frühverrentungen gestiegen, während der Anteil Jüngerer aufgrund steigender Studentenzahlen (späterer Berufseinstieg) gesunken ist (Statistisches Bundesamt, 2013a).

Gleichzeitig hatte 2012 die Erwerbslosigkeit mit 2,5 Mio. Arbeitslosen wieder den Stand von 1990 erreicht. Dies entsprach einem Anteil von 5,7 % an der erwerbsfähigen Bevölkerung (Statistisches Bundesamt, 2013a). Reformen und Auslandsnachfrage trugen dazu ebenso bei wie die Tatsache, dass aufgrund des Alterungsprozesses der deutschen Gesellschaft die Zahl der erwerbsfähigen Personen gesunken ist. Wie viele Menschen Arbeit haben, wirkt sich wie auch die Arbeitsorganisation u.a. auf die Anzahl der Arbeitswege, Pendlerströme und Stauzeiten aus.

Arbeitsorganisation

Ob flexible Arbeitszeiten oder die Möglichkeit, auch von zuhause aus arbeiten zu können: Wie sich der Arbeitstag des Einzelnen von 1991 bis 2012 verändert hat, ist sehr unterschiedlich.

Atypische Beschäftigungsverhältnisse wie geringfügige Beschäftigung, Teilzeitarbeit mit weniger als 20 Wochenstunden, befristete Beschäftigung und Zeitarbeitsverhältnisse haben um 78 % auf 7,9 Mio. Arbeitsverträge zugenommen. 2012 befanden sich noch immer mehr Frauen in solchen Beschäftigungen, doch die Zahl der Männer ist seit 1991 prozentual stärker als die der Frauen gestiegen. Teilzeitverträge dominierten die atypischen Beschäftigungsverhältnisse und wurden primär von Frauen erfüllt, die auch den größeren Anteil an den geringfügigen Beschäftigungsverträgen hatten. Männer waren eher in befristeten Arbeitsverhältnissen oder in Zeitarbeit zu finden. Aufgrund der Zunahme atypischer Beschäftigung hat die Wochenarbeitszeit seit 1991 von 40,2 Stunden (Männer) und 32,1 Stunden (Frauen) auf 35,7 Stunden (Männer) und 26,2 Stunden (Frauen) in 2012 abgenommen. Die Arbeitszeit in anderen Beschäftigungsverhältnissen ist jedoch nicht gesunken (Statistisches Bundesamt, 2012).

Darüber hinaus hatten 2012 mehr Menschen flexible Arbeitszeiten, die etwa die Abende, Nächte oder Wochenenden mit einbezogen. Auch der Anteil flexibler Arbeitszeitmodelle ist gewachsen, doch 2010 hatten noch immer 58 % aller Beschäftigten feste Arbeitszeitregelungen. Ebenso lag die Zahl derer, die manchmal oder überwiegend von zuhause oder vom Telearbeitsplatz aus arbeiten, noch immer unter 10 % und ist gegenüber 1996 (8,8 %) nach einem Anstieg 2008 auf 9,7 % sogar auf 7,7 % in 2012 gesunken (Statistisches Bundesamt, 2012).

Einkaufsverhalten

Das Mobilitätsverhalten beeinflusst auch, wo und wie eingekauft wird – und umgekehrt. Gleichzeitig wirkt sich das Einkaufsverhalten direkt auf die Güterverkehrsströme und deren Organisation aus. Zwar hielt 2012 der nicht filialisierte Fachhandel mit 20,6 % noch immer den größten Marktanteil nach Vertriebsformen im B2C-Handel, doch haben diese Einkaufsmöglichkeiten von 2000 bis 2012 einen Bedeutungsverlust von 11,3 % hinnehmen müssen. Zahlen für den Zeitraum 1991 bis 2000 liegen nicht vor. Im gleichen Zeitraum (2000 bis 2012) ist der Anteil der Fachmärkte um 3,9 %, derjenige der Discounter um 5,0 % und der des Online-Handels um 2,3 % gestiegen (Handelsverband Deutschland, 2013). Besonders interessant ist die Entwicklung im Online- und im Versandhandel: Eine Zunahme bedeutet jeweils einen Rückgang einkaufsbezogener privater Verkehrswege. Gleichzeitig steigen die Auslieferverkehre, etwa bei Kurier-, Express- und Paketdiensten.

Einen Beleg für die zunehmende Verlagerung von Einkaufsmöglichkeiten aus den Innenstädten auf die grüne Wiese oder in Einkaufszentren gab es bisher nicht, nur Indizien: Die Zahl der durch den Handelsverband Deutschland (HDE) Befragten, die den Attraktivitätsverlust der Innenstädte als relevantes Thema sehen, stieg. Und: Gab es im Jahr 2005 in Deutschland 363 Einkaufszentren, waren es bereits 444 im Jahr 2012.

Energie

Der Bereich Energie beeinflusst Mobilität besonders stark. Was ein Liter Treibstoff kostet, entscheidet mit darüber, wie viele Kilometer mit privaten PKW gefahren werden und wie groß das Interesse an Treibstoffalternativen und solchen zum eigenen PKW ist. Wir haben auch die Klimaschutzziele und Regularien für den CO_2-Ausstoß in diesem Bereich untergebracht. Sie geben Aufschluss über die Energiepolitik eines Landes. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch Verkehr lag im Jahr 2013 bei 5,5 % (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2014a).

Weltmarkt-Rohölpreis

Der Weltmarkt-Rohölpreis eines mittleren Opec-Korbs[29] in realen Preisen bezogen auf das Jahr 2013 lag im Jahr 1990 bei 31,4 USD pro Barrel (bbl) Öl der Sorte Brent, ging im Jahr 1998 auf 21,1 USD/bbl zurück und hat 2013 den Wert von 105 USD/bbl erreicht. Treiber für den Preisanstieg seit 1999 waren die zunehmende Nachfrage aus den sich rapide entwickelnden Schwellenländern wie China, Russland und Brasilien, verbunden mit wachsender politischer Unsicherheit in den Förderländern im arabischen Raum. Während der Wirtschaftskrise 2009 war aufgrund der sinkenden Nachfrage zwischenzeitlich ein kurzer Einbruch auf 60 USD/bbl zu verzeichnen (Mineralölwirtschaftsverband, 2014). Ein Überangebot an Rohöl hat zum Jahreswechsel 2014/ 2015 zu einem neuerlichen Preisabfall unter die Marke von 50 USD/bbl geführt.

Gaspreis

Der Gaspreis ist bisher – bedingt durch Substitutionsbeziehungen – stark an den Ölpreis gekoppelt. Zudem können wir nicht von einem internationalen Gaspreis sprechen, da es in der Vergangenheit nur abgegrenzte Märkte in verschiedenen Weltregionen gegeben hat (abhängig davon, ob Pipelines zur Verfügung stehen) und ein Weltmarkt für Gas erst entsteht. Bezogen auf den Energiegehalt ist der reine Energieträgerpreis von Gas am Markt bisher geringer als der von Rohöl.

Klimaschutzziele und Regulierung von CO_2

Der politische Stellenwert des Klimawandels ist in der Vergangenheit zwar gestiegen, doch scheint er auf der Agenda in Zeiten schwachen Wirtschaftswachstums regelmäßig nach hinten zu rücken.

[29] In Deutschland wird in der Regel auf einen "Opec-Korb" referenziert. Dabei handelt es sich um den Mix der in Europa gängigen Rohölsorten in den gemittelten gehandelten Anteilen. Die Preise verhalten sich im Zeitverlauf ähnlich, die Ausschläge sind beim Mix aus verschiedenen Sorten etwas geringer als bei der isolierten Betrachtung einer einzelnen Sorte.

Eine regional sehr unterschiedliche Verteilung der möglichen negativen Auswirkungen des Klimawandels sowie stark variierende absolute und Pro-Kopf-Emissionen in den einzelnen Volkswirtschaften haben bisher ein gemeinsames Handeln verhindert. Unverbindlich hat sich die Welt auf internationalen Klimaschutzkonferenzen darauf geeinigt, dass die Klimaerwärmung nach Möglichkeit eine Erhöhung um 2°C zur mittleren globalen Temperatur nicht übersteigen sollte. Dies entspricht einer Begrenzung auf 450 parts per million (ppm) Treibhausgase in der Atmosphäre oder einer mittleren jährlichen Pro-Kopf-Emission von 2 t. Der Weltdurchschnitt betrug im Jahr 2011 4,5 t pro Kopf. Deutschland war mit 9,4 t pro Kopf beteiligt (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2014b). Die aktuellen Ziele der EU legen für 2020 eine Reduktion der Kohlendioxidemissionen um 20 % gegenüber dem Wert von 1990 fest, eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien auf 20 % und eine Verbesserung der Energieeffizienz um 20 %. Bis 2030 sollen die Treibhausgasemissionen um 40 % unter den Stand von 1990 sinken und der Anteil erneuerbarer Energien auf mindestens 27 % steigen (European Commission, 2014). Bis 2050 ist eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 80 % gegenüber dem Wert von 1990 vorgesehen. Der EU-Wert lag 1990 bei 4,3 Mrd. t, davon entfielen auf Deutschland 1 Mrd. t.

Ein Instrument zur Reduktion ist der 2005 eingeführte CO_2-Handel. Allerdings sind die Preise für CO_2-Zertifikate von zunächst 30 EUR/t auf 4 bis 6 EUR/t in 2014 gesunken – zu wenig, um einen lenkenden Effekt zu haben. Im Verkehrssektor werden auf EU-Ebene bislang vor allem ordnungsrechtliche Instrumente wie verbindliche Standards für spezifische Durchschnittsemissionen von neu zugelassenen Flotten eingesetzt (siehe unter „CO2-Regulierung im Straßenverkehr“). Nach aktuellen Studien wird die 2°C-Schwelle bereits 2030 erreicht.

Verknüpfung von Strom- und Mobilitätssystem sowie Batterieentwicklung

Diese beiden Deskriptoren betreffen Aspekte der Elektromobilität. Zum 1. Januar 2014 fuhren 12 156 Elektro-PKW auf deutschen Straßen und 85 575 Hybridfahrzeuge. Dies entsprach einem Anteil an allen in Deutschland zugelassenen PKW von knapp 0,08 bzw. 0,19 % (Kraftfahrtbundesamt, 2014). Verkehrspolitisches Ziel der Bundesregierung ist, dass bis 2020 1 Mio. E-Mobile in Deutschland unterwegs sind, bis 2030 sogar 6 Mio. Die Nachfrage nach E-Fahrzeugen hing bisher stark von den Kosten – die maßgeblich von den Kosten für die Batterie bestimmt werden – und der Lebensdauer der Batterie sowie der Reichweite einer Ladung ab. Die Herstellungskosten lagen im Jahr 2013 im Bereich von 380 EUR/kWh (Nationale Plattform Elektromobilität, 2014). Die Batterieentwicklung konzentriert sich derzeit auf neue Materialien und deren Kombinationen. Gleichzeitig werden verschiedene Ladekonzepte diskutiert.

Weiterhin ist entscheidend, aus welchen Energien (fossil / erneuerbar) und wie (Kohlekraftwerk, Gaskraftwerk etc.) der Strom erzeugt wird. Insgesamt ist der Anteil erneuerbarer Energien am Strommix von 3,4 % im Jahr 1990 auf 25,4 % im Jahr 2013 gewachsen (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2014c), bedingt durch diverse Förderinstrumente wie das Erneuerbare Energien-Gesetz (EEG). Deutschland will, dass bis 2025 40 bis 45 % des Stroms aus erneuerbaren Energien produziert werden, bis 2035 sollen es 55 bis 60 % sein (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2014c). Die technischen Herausforderungen betreffen vor allem den Ausgleich von Angebot und Nachfrage etwa bei Strom aus Wind- und Sonnenenergie. Ein hoher Anteil von Elektrofahrzeugen könnte durch intelligente Batterieladekonzepte dazu beitragen, das Fluktuationsproblem zu entschärfen.

Wasserstoff

Die Nutzung von Wasserstoff spielte im Verkehr bisher keine Rolle. Dies könnte sich künftig ändern. Der beispielsweise mit Hilfe von Überschussstrom erzeugte Wasserstoff könnte nach seiner Beimischung oder Synthetisierung wie Erdgas zur Erzeugung von Wärme oder Strom oder als Kraftstoff genutzt werden, etwa durch die Reaktion in Brennstoffzellen oder in der Direktverbrennung. Bisher standen eine fehlende Wasserstofftankstelleninfrastruktur, die aufwändige Handhabung und die noch teure Herstellung einer Nutzung entgegen.

Biofuels der nächsten Generation

Bislang gab es zu wenig Biomasse, die nachhaltig unter Aufrechterhaltung ökologischer Leistungsfähigkeit und nicht in Konkurrenz zu Nahrungsmitteln produziert wurde, um einen nennenswerten Anteil am Energiemix zu erreichen. Darüber hinaus ist der Gewinnungsaufwand noch hoch. Könnten künftig Biotreibstoffe aus zellulose- und ligninhaltigen Reststoffen gewonnen werden (Biofuels der zweiten Generation), könnten einige der Probleme gelöst werden, ebenso bei denen der dritten Generation aus zum Beispiel Algen. Noch sind jedoch die Herstellungsverfahren nicht ausgereift und die Mengen zu gering.

Verkehrspolitik

Kaum ein Bereich hat einen größeren Einfluss auf unsere Art der Fortbewegung als die Verkehrspolitik. In welche Infrastrukturen investiert wird, ist ebenso eine verkehrspolitische Entscheidung wie welche Art von Regulierung wo greift oder welche technisch neuen Mobilitätsideen mit Forschungsgeldern gefördert werden. Natürlich wirken sich Umwelt-, Finanz- und Forschungspolitik ebenfalls aus.

Modernitätsgrad der Straßeninfrastruktur

Erst die Bereitstellung eines engmaschigen Straßennetzes in einem guten Zustand gewährleistet reibungslose Mobilität auf der Straße. Ob Verkehrswege neu gebaut, ausgebaut oder in Stand gehalten worden sind, lässt sich am Modernitätsgrad der Straßeninfrastruktur ablesen. Die Länge des übergeordneten deutschen Straßennetzes (Bundesautobahnen, Bundesstraßen, Landesstraßen) hat von 1991 bis 2011 um 4000 km oder 0,8 % zugenommen. Der Modernitätsgrad – die Verhältniszahl, die den monetären Wert eines Bestands zu einem bestimmten Zeitpunkt dem Neuwert gegenüberstellt – von Straßen und Brücken ist in Deutschland jedoch von 71 % im Jahr 1991 auf 66 % im Jahr 2011 gesunken (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2012). Geht die Qualität des Straßennetzes zurück, kommt es durch Baustellen und Sperrungen vermehrt zu Staus.

Kosten der PKW-Nutzung

Nicht allein die Tankfüllungen sind zu bezahlen, um einen eigenen PKW nutzen zu können. Hinzu kommen Anschaffung, Versicherung, Steuern, Wartung, Reparatur und einiges mehr, zusammengefasst im Kraftfahrer-Preisindex. Innerhalb des Verbraucherpreisindexes wurde der Kraftfahrer-Preisindex im Jahr 2013 mit 11,634 % gewichtet. Gegenüber dem Verbraucherpreisindex ist der Kraftfahrer-Preisindex zwischen 1991 und 2013 auf 174,3 Indexpunkte gestiegen, der Verbraucherpreisindex auf 150,6 Punkte (Statistisches Bundesamt, 2014a). Das bedeutet, dass die Kosten von PKW-Besitz und -Nutzung – getrieben besonders durch Kraftstoffpreise und Kraftfahrzeugsteuer – sich um 25 Prozentpunkte stärker erhöht haben als die durchschnittlichen Preise für Güter und Dienstleistungen in Deutschland. Die seit 2013 angedachte PKW-Maut würde die Kosten der PKW-Nutzung weiter erhöhen.

Luftqualität im Straßenverkehr

Um die von der EU gesetzten Ziele zur Verbesserung der Luftqualität zu erreichen, hat die Gemeinschaft Grenzwerte für Luftschadstoffemissionen für Kraftfahrzeuge in den so genannten Euro-Normen festgelegt. Im Januar 1993 trat die erste Regelung in Kraft, seit 2011 müssen alle PKW, die neu zugelassen werden, der Euro-5-Norm entsprechen. Von Herbst 2015 an wird die Norm Euro-6 für alle PKW-Neuzulassungen gelten (Europäisches Parlament, 2007).

Regulierung des PKW-Verkehrs in Städten

In Deutschland sind Umweltzonen eingeführt worden, um die Luftqualität in Städten zu verbessern und die Feinstaubbelastung zu senken. Die gesetzliche Regelung hierfür trat Anfang 2007 in Kraft (Bundesrechtsverordnung, 2007). Im Januar 2014 gab es 48 deutsche Umweltzonen, in die nur Fahrzeuge bestimmter Schadstoffgruppen, erkennbar an Plaketten an der Windschutzscheibe, einfahren durften.

Um das PKW-Aufkommen in Städten zu begrenzen oder auch zeitlich zu steuern, wird in Deutschland bisher der Parkraum mit zeitlich begrenzter Parkdauer, tageszeitlich unterschiedlichen Parkgebühren, elektronischen Informationen zu vorhandenem Parkraum und Parken nur für Anwohner bewirtschaftet. Neben Parkraummanagement wäre auch die Einführung einer Citymaut zur Regulierung des PKW-Verkehrs in Städten und zur Finanzierung von Infrastrukturprojekten oder Verkehrsangeboten denkbar. Sie ist bisher in Deutschland aber noch nicht Realität.

CO_2-Regulierung im Straßenverkehr

Auch für die Begrenzung des CO_2-Ausstoßes von PKW existieren EU-Regelungen. Die erste Regelung greift derzeit: Bis 2015 soll der durchschnittliche CO_2-Ausstoß aller Neuwagen, die in der EU zugelassen werden, auf 130 g CO_2 pro km sinken (Europäisches Parlament, 2009). Dieser Grenzwert wird pro Hersteller über dessen gesamte Flotte berechnet. Bei Überschreitungen werden Strafzahlungen pro verkauftem Neuwagen fällig. Bis 2020 soll der CO_2-Grenzwert auf 95 g gesenkt werden, bis 2030 sollen es eventuell nur noch 75 g sein, bis 2040 voraussichtlich nur noch 50 g. Um diese Ziele zu erreichen, arbeitet die Automobilindustrie an Verbesserungen der Karosserie (etwa Aerodynamik, Leichtbau, Rollwiderstand) ebenso wie an solchen für den Antrieb (Motoreneffizienz, neue Getriebe, andere Kraftstoffe etc.).

Angebote im öffentlichen Verkehr

Zwischen 1991 und 2011 ist die Zahl der pro Jahr im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) beförderten Fahrgäste von 9,2 Mrd. auf 11,8 Mrd. um 29 % angestiegen. Dagegen ist die Zahl der im Schienenpersonenfernverkehr (SPFV) beförderten Personen von etwa 137 Mio. auf 125 Mio. Fahrgäste um 9% gesunken (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2012). Dabei ist der Modernitätsgrad (Bauten, Fahrzeuge, Ausrüstungen etc.) der Güter der Deutschen Bahn AG von 1991 bis 2011 von 57 auf 62 % gewachsen, der Modernitätsgrad der Schieneninfrastruktur lag 2011 bei 65 % (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2012).

Während der SPFV nach eigenwirtschaftlichen Kriterien konzipiert wurde, werden die Angebote im Nahverkehr in Wettbewerben ausgeschrieben und bei ÖPNV-Unternehmen bestellt. Hierfür erhalten die Bundesländer vom Bund jährlich Regionalisierungsmittel aus dem Mineralölsteueraufkommen, um die Ertragslücke zwischen Betriebskosten und Fahrkartenverkauf zu decken.

Um das Angebot im ÖV attraktiver zu machen, wurden Taktfahrpläne eingeführt. Darüber hinaus erweitern Park+Ride-Anlagen, Leihfahrräder oder Car-Sharing-Möglichkeiten das Angebot der ÖV-Betreiber.

Kosten der Bahn- und ÖPNV-Nutzung

Auch die Kosten für die Nutzung des Schienenpersonenverkehrs und des ÖPNVs sind von 1991 bis 2013 mit plus 136 % stärker gestiegen als der durchschnittliche Verbraucherpreisindex (Statistisches Bundesamt, 2014a). Um den öffentlichen Verkehr trotzdem attraktiv zu halten, sind verschiedene Regionen- und Zeitfahrkarten sowie Ermäßigungskarten auf den Markt gekommen wie die Bahncard, das Cityticket oder Ländertickets.

Neue Mobilitätskonzepte und -produkte

Überall Leihfahrräder, Touristen stehend auf Fahrzeugen, die wie mechanische Handrasenmäher aussehen (Segways), Senioren auf Fahrrädern, bei denen das Treten offensichtlich keine Mühe macht (Pedelecs), und überall kleine Autos, die während eines Tages jeweils von mehreren Menschen genutzt werden: An neuen Produkten für die Mobilität fehlt es zumindest in Städten nicht. Zudem erleben Konzepte wie Fahrgemeinschaften eine Renaissance. Die älteste neue Idee ist das seit 1988 in Deutschland existierende Car Sharing, mittlerweile nicht nur von und nach bestimmten Stationen möglich, sondern auch mit im Straßenraum frei verfügbaren und wieder abstellbaren Fahrzeugen (Free Floating). Seit 1997 ist die Zahl der Nutzer von etwa 20 000 bei weniger als 1000 verfügbaren Fahrzeugen auf mehr als 750 000 bei rund 150 Anbietern angemeldete Fahrberechtigte und knapp 14 000 Fahrzeuge Anfang 2014 gestiegen (Bundesverband Car Sharing, 2014a).

Um die Mobilität in ländlichen Regionen zu gewährleisten und Angebotslücken zu füllen, gibt es bereits Bürgerbusse, die nach einem Takt oder auf Anruf hin fahren, meist auf Basis einer Bürgerinitiative, finanziert durch Vereinsbeiträge und kommunale Unterstützung. Ähnlich funktionieren Anrufsammeltaxis, die einen Linienverkehr mit frei wählbaren Aussteigemöglichkeiten bieten und von herkömmlichen Taxianbietern durchgeführt werden sowie von potenziellen Fahrgästen bestellt werden müssen. Kombibusse gab es im Jahr 2012 nur im Landkreis Uckermark. Sie befördern Personen und Güter gleichzeitig.

Verkehrsmanagement

Ziele des Verkehrsmanagements sind, die Leistungsfähigkeit und die Sicherheit des Verkehrssystems ohne Infrastrukturaus- oder -neubau zu erhöhen und so durch weniger Staus die Umweltbelastung sowie den Zeitbedarf des Einzelnen im Verkehr zu reduzieren. Die stationären Anlagen regeln beispielsweise Geschwindigkeiten, Fahrstreifennutzung, Zufluss und Kreuzungsverkehr. Sie geben Daten an Verkehrsleitzentralen, die wiederum die Beeinflussungssysteme steuern. Geforscht wird an Fahrzeug-zu-Fahrzeug- und Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Kommunikation, bei der Informationen auch zwischen den technischen Systemen von Fahrzeugen oder zwischen Autos und Infrastruktur direkt ausgetauscht werden können.

Rechtliche Rahmenbedingungen automatisierten Fahrens

Bisher sind weder die Systeme für vollautomatisiertes Fahren serientauglich ausgereift, noch sind die erforderlichen rechtlichen Rahmenbedingungen, in denen ein Fahren ohne ständige Eingreifbereitschaft eines menschlichen Fahrers erlaubt wäre, geschaffen. Allerdings wurde im Mai 2014 ein erster Schritt zur Weiterentwicklung der Wiener Straßenverkehrskonvention von 1968 getan: Ein Expertenausschuss der Vereinten Nationen hat das Wiener Übereinkommen ergänzt und so den Grundstein für die Legalisierung des autonomen Fahrens gelegt. Wenn entsprechende Systeme jederzeit vom Fahrer ausgeschaltet oder übersteuert werden können, sollen sie künftig zulässig sein. Nationale Gesetze und Richtlinien müssen noch angepasst werden, die Datensicherheit ist nicht nur technisch, sondern auch juristisch abzusichern und verkehrsrechtliche Fragen wie Haftungsregelungen bei Unfällen sind noch zu klären.

Dass die Systeme in wenigen Jahren technologisch einsatzbereit sein werden, haben erste Test-PKW und -LKW gezeigt. Ob ihr Einsatz auf Autobahnen und im Stadtverkehr gleichermaßen erlaubt wird, ist von den neu zu schaffenden rechtlichen Regelungen abhängig. Teilautomatisiertes Fahren mit beispielsweise Abstands- und Spurhaltesystemen ist bereits möglich.

Angebotsstrategien im Luftverkehr

Im Jahr 1991 starteten und landeten etwas mehr als 60 Mio. Personen auf deutschen Flughäfen. 2013 waren es 180,7 Mio. Passagiere, wobei Doppelzählungen bei Umsteigern nicht herausgerechnet wurden. Der Inlandsverkehr belief sich auf 22,6 Mio. Passagiere (Statistisches Bundesamt, 2014a). 2012 waren in und ab Deutschland 18 862 Flüge pro Woche im Angebot. Davon hatten rund 21 % innerdeutsche und 65 % europäische Ziele (Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt, 2013). Generell sind die Kosten für Flüge im betrachteten Zeitraum gesunken. Dies nutzen seit Jahren Low Cost Carrier (LCC), die besonders günstige Flüge anbieten und damit den Netzwerk-Carriern Passagiere streitig machen. Seit einigen Jahren gleichen sich jedoch die Geschäftsmodelle der beiden Gruppen immer mehr an, vor allem auf der Kurzstrecke. Gleichzeitig ist seit 2008 das Wachstum der LCC zurückgegangen, zum Teil sind Strecken wieder aus dem Angebot genommen worden. Die Einführung der Luftverkehrssteuer im Jahr 2011 hat sich negativ auf den deutschen und europäischen Luftverkehrsmarkt ausgewirkt. Besonders LCC sind in ihrem preissensiblen Wirtschaftssegment betroffen. Darüber hinaus ist seit mehreren Jahren zu beobachten, dass Fluggesellschaften fusionieren oder Allianzen eingehen, um am Markt weiterhin bestehen zu können (Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt, 2013).

Einstellungen

Wer nicht will, will nicht. Wer will, muss noch lange nicht tun, was er eigentlich für richtig hält. Wie steht es unter diesen Erkenntnissen mit den Einstellungen zu mobilitätsbezogenen Aspekten? Welche Vorstellungen bestimmen das Mobilitätsverhalten – oder eben doch nicht? Die gewählten Deskriptoren sollen eine maximale Verdichtung mobilitätsbezogener psychologischer Bewertungsprozesse erreichen und dabei gleichzeitig die begrenzte Anzahl an potenziellen Einstellungsdeskriptoren im Szenarioprozess berücksichtigen. Für einige der Deskriptoren liegen ganzheitliche empirische Befunde (Hunecke & Manz, 2014) vor, für andere teilweise nur Informationen zu Teilaspekten. Der Erhebungszeitraum liegt zwischen 1999 und 2013. Er bezieht sich auf Räume in- und außerhalb von Metropolen und dort jeweils auf verschiedene Altersgruppen.

Multimodale Orientierung und multimodales Verhalten

Dieser Deskriptor befasst sich mit der Einstellung zu den sowie der Bewertung von Verkehrsmitteln des Alltags. Eine positive Bewertung wird als innerpsychische Voraussetzung für eine Offenheit in der Verkehrsmittelnutzung gesehen. Je nach Situation kann sie dafür sorgen, dass tatsächlich unterschiedliche Verkehrsmittel genutzt werden. Die Befunde zeigen einen deutlichen Rückgang der PKW-Orientierung seit dem Jahr 2000 bis zum Jahr 2010 und eine Zunahme der Rad-Orientierung, jeweils bei Menschen bis zu einem Alter von 30 Jahren. Die Einschätzung, dass der ÖV zur Bewältigung der Alltagsmobilität gut genutzt werden kann, hat sich besonders in den Ballungsräumen verbessert, während in den übrigen Räumen ein negativer Trend sichtbar wurde. Die Möglichkeiten, körperliche Nähe zu vermeiden und so seine Privatsphäre zu schützen, wurden im ÖV in allen Altersgruppen und Regionstypen schlechter bewertet als noch 2000. Doch trotzdem ist nicht nur die multimodale Orientierung gewachsen, sondern auch das multimodale Verhalten: Besonders der Anteil der Menschen im Alter zwischen 18 und 29 Jahren hat situationsangepasst vermehrt verschiedene Verkehrsmittel genutzt – 2002 sind es nur 6 % gewesen, 2011 bereits mehr als 9 % (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, 2012).

Ökologische Verantwortung

Die ökologische Verantwortung erfasst das Umweltbewusstsein eines Menschen aus einer handlungstheoretischen Perspektive. Sie reduziert umweltschonendes Verhalten auf die persönlich wahrgenommene moralische Verpflichtung zum Umweltschutz. Zusammenhänge zwischen der persönlichen ökologischen Norm und dem Umweltverhalten sind vielfach empirisch bestätigt, mindern sich aber je nach Höhe des Aufwands, der vom Einzelnen für das Umweltverhalten geleistet werden muss. In Bezug auf die Mobilität verweist dieser Deskriptor auf die Motivation, aus Umwelt- und Klimaschutzgründen umweltschonende Verkehrsmittel zu nutzen, bestimmte Kaufentscheidungen zu treffen oder Wege zu vermeiden bzw. zu verknüpfen.

Von 2000 bis 2010 ist ein genereller Trend in allen Altersgruppen und Regionstypen hin zu einer stärkeren Übernahme ökologischer Verantwortung zu erkennen gewesen. Dieser Trend war in den höheren Altersgruppen stärker ausgeprägt, ebenso bei der Bevölkerung in Metropolen.

Mobilitätsbelastungen im Alltag

Hier geht es um die subjektive Wahrnehmung der mobilitätsbezogenen Anforderungen, die aus der Alltagsorganisation resultieren. Steigende Erwerbsquoten von Frauen führen insbesondere bei Familienhaushalten zu wachsenden Anstrengungen, um Arbeit, Einkauf, Kinder- und Angehörigenbetreuung terminlich zu koordinieren und zu erledigen. Die wahrgenommene Zwangsmobilität ist allerdings in Metropolen in der Altersgruppe von 30 bis 65 Jahren gesunken, in den meisten anderen Gruppen zwischen 2000 und 2010 jedoch gestiegen – besonders bei Menschen, die älter als 65 Jahre waren. Zu welchen Auswirkungen dies bei den einzelnen Verkehrsteilnehmern im realisierten Verhalten geführt hat, kann daraus nicht direkt abgeleitet werden. In der Altersklasse der Menschen über 65 Jahre ist die wahrgenommene Mobilitätsbelastung jedoch einhergegangen mit einer sichtbaren Steigerung der PKW-Verkehrsleistung (Deutsches Mobilitätspanel, 2013).

Mobilität als Lifestyle

Dieser Deskriptor erfasst das Ausmaß, in dem das Mobilitätsverhalten über soziale Bewertungsprozesse symbolisch aufgeladen wird. Mobilität wird nicht auf die Funktion der Fortbewegung reduziert, sondern verweist auf den sozialen Status der sich bewegenden Person oder ihre Passung zu spezifischen Lebensstilen. Im Zeitraum von 2000 bis 2010 ist eine Steigerung der sozialen Norm ÖV insgesamt und in allen Gruppen festzustellen gewesen. Insofern ist der Erwartungsdruck durch Dritte gestiegen, dass eine Person den ÖV und damit einen Vertreter des Umweltverbunds nutzt. Das Niveau des Indikators war jedoch niedrig.

Offenheit für Innovationen

Das Konzept „Nutzen statt Besitzen“ ermöglicht durch eine intensivere Nutzung von Produkten ökologische Effizienzsteigerungen und einen ressourcenschonenden Konsum. Gleichzeitig ist es bequem, etwa ein Auto zu nutzen, sich aber nicht um Reparaturen und Ähnliches kümmern zu müssen. In den vergangenen Jahren wurde häufig über zum Beispiel Kleidertauschbörsen, die gemeinsame Nutzung von Gartenflächen, gemeinschaftliche Reparatur in Reparaturcafes und Car Sharing in den Medien berichtet, meist dargestellt in innovativen sozialen Milieus und mit Unterstützung durch IKT möglich geworden. Dass „Nutzen statt Besitzen“ bereits ein Trend ist, ließ sich empirisch bisher nicht belegen.

Anhang B
Methodisches Vorgehen

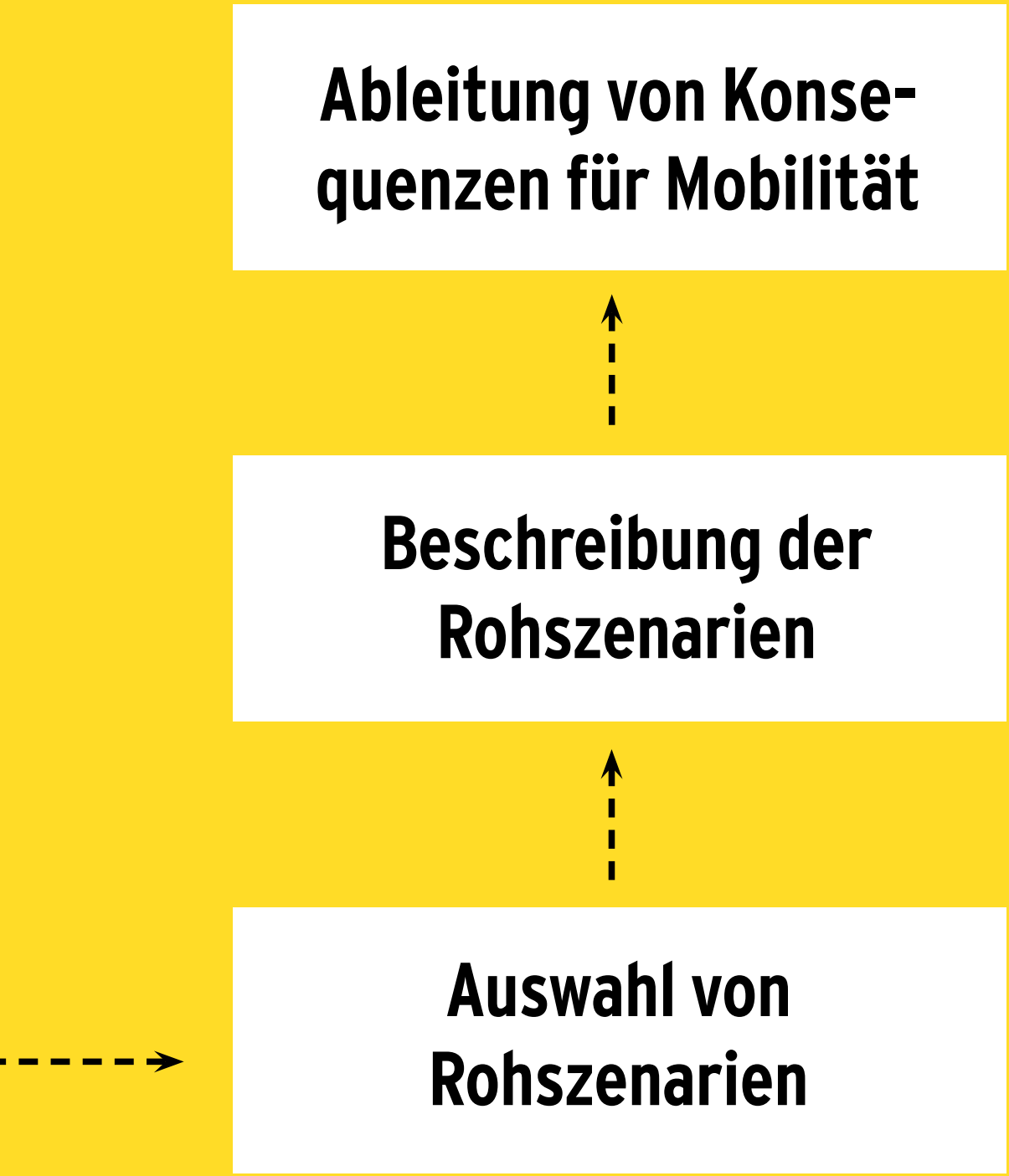
Die Kompetenz der dritten Fortschreibung der ifmo-Mobilitätsszenarien für Deutschland basiert primär auf Erfahrungswissen, nicht auf Untersuchung und Modellierung. Sie ist daher hochgradig empirisch sowie im methodischen Konzept übereinstimmend mit ihren Vorgängerinnen.

Die Szenario-Technik ist als eine Art Handlungskonzept und Methodenverbund zu verstehen. Dabei ersetzt sie nicht traditionelle Prognosemethoden, sondern stellt ein Komplement zu diesen dar.[30]

Um Szenarien zu entwickeln, sind verschiedene Herangehensweisen möglich. Wir haben uns erneut für ein konsistenzgestütztes Verfahren entschieden. Es ist angelehnt an das Vorgehen, das Gausemeier, Fink und Schlake 1995 entwickelt und beschrieben haben (Gausemeier et al., 1995). Im Folgenden fassen wir die einzelnen Schritte der Methode zusammen.

[30] Gabler Wirtschaftslexikon online, Stichwort: Szenario-Technik

Abbildung 9: Methodisches Vorgehen


Ableitung von Konse-
quenzen für Mobilität
Beschreibung der
Rohszenarien
Auswahl von
Rohszenarien

Schritt 1: Auswahl der Einflussbereiche und Deskriptoren

Die Auswahl der Einflussbereiche orientierte sich primär an unseren Erfahrungen aus den vergangenen ifmo-Szenariostudien. Wir haben zunächst die Bereiche Demografie, Wirtschaft, Energie, Verkehrspolitik und Technologie übernommen und den Einflussbereich „Einstellungen" neu hinzugefügt. Anschließend haben wir gemeinsam mit Experten von Prognos, Inovaplan und einigen Fraunhofer-Instituten 56 Deskriptoren aus diesen Bereichen ausgewählt (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4). Da die 20 Deskriptoren des Einflussbereichs Technologie nicht innerhalb eines eintägigen Experten-Workshops im klassischen Sinn abgehandelt werden konnten, haben wir die Fraunhofer-Institute für System- und Innovationsforschung (ISI), für Materialfluss und Logistik (IML) und für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB) beauftragt, Mini-Roadmaps zu entwickeln. In ihnen haben sie jede Technologie detailliert beschrieben und die künftige Entwicklung verortet. Ebenso haben die Wissenschaftler den Einfluss der Deskriptoren auf Mobilität bewertet und kausale Verknüpfungen mit den restlichen fünf Einflussbereichen festgehalten. Zu allen anderen Bereichen haben die Experten von Prognos und Inovaplan Informationspapiere mit den Entwicklungen von 1990 bis in die Gegenwart erstellt, die wir wiederum vor den Workshops den Experten zugesandt haben.

Tabelle 3: Ausgewählte Technologien für die Entwicklung von Mini-Roadmaps

BEZEICHNUNG	STICHWORTE UND KOMPONENTEN	MODI
Informations- und Kommunikationstechnologien		
Videokonferenzen	Funktionalität so, dass physische Meetings ersetzbar sind: Holografie[31], automatische Protokolle, Mehrsprachigkeit, schnelle Netze, ggf. Netze mit zwei Geschwindigkeiten etc.	Alle
Vernetztes Fahren	C2C-Kommunikation, z.B. Kolonnenfahrten (elektronische Deichsel), ggf. auch C2I-Kommunikation, Internet der Dinge, (Big Data), Online-Diagnose, schnelle Netze, evtl. Netze mit zwei Geschwindigkeiten	PKW
Soziale Medien	Facebook, WhatsApp u.ä. erzeugen neue Kontakte und induzieren/verändern Mobilität; Bewertungsfunktion bei Sharing-Konzepten, Zustand der Infrastruktur (Auswertung von Tweets[32] etc.), (Big Data)	Alle
Vernetzte Mobilität	intermodale Vernetzung durch Online-Information, Real-time-Information, Ortungssysteme	ÖV, PKW, Rad
Big Data	Querschnittstechnologie; Erhebung, Verarbeitung, Verteilung und Auswertung von großen Datenmengen im Verkehr, Technologien zur Gewährleistung der Datensicherheit, schnelle Netze, ggf. Netze mit zwei Geschwindigkeiten	PKW, ÖV

[31] besondere Technik zur Bildspeicherung und -wiedergabe in dreidimensionaler Struktur>; Verfahren zur Aufzeichnung und Wiedergabe von Wellen; Quelle: Duden

[32] „Tweet" ist die Bezeichnung für kleine Aktualisierungen oder Meldungen, die bei Twitter veröffentlicht werden.

Fahrzeugtechnologien		
Hocheffiziente Verbrennungsmotoren	Verbrennungsmotoren (Benzin, Diesel, Gas, Biokraftstoffe), die durch neue Technologien verbessert (z.B. Zylinderabschaltung) oder ergänzt werden (z.B. Hybridisierung)	PKW
Stromantriebe	strombetriebene Fahrzeuge, d.h. rein batterieelektrische Fahrzeuge, Plug-in- und Range-Extender-Fahrzeuge	PKW, Bus, Rad
Brennstoffzellen-antrieb mit Wasserstoff	Fahrzeuge mit Wasserstoff als Energieträger, der in Brennstoffzellen genutzt wird, inklusive Tank	PKW, Bus
Biokraftstoffe	Biodiesel, Bioethanol, Biogas, Bio-LNG und deren Herstellungspfade	PKW, Bus
Leichtbau	konstruktiver Leichtbau (auch hochfeste Stähle) und neue Werkstoffe (Carbonfasern, Alu, Magnesium, Grafen etc.); Angaben zu erzielbaren Gewichtsreduktionen zu heute erforderlich	PKW, Rad
Elektrische Energiespeicher	Entwicklung von Hochleistungsbatterien (Li-XYZ); auch Nickel-Batterien könnten noch eine Rolle spielen.	PKW, Rad
Automatisiertes Fahren	stufenweise Entwicklung hin zum autonomen Fahren; beinhaltet Mensch-Fahrzeug-Interaktion (z.B. Gestik) und C2C bzw. C2I-Kommunikation	PKW
Sicherheitsassistenten	sicherheitsrelevante Fahrerassistenzsysteme mit dem Ziel, Unfälle (auch Rad- und Fußgängerunfälle) zu vermeiden	PKW
Gekoppelte Mikrofahrzeuge	leichte 1- und 2-Sitzer für den urbanen Raum (ggf. auch Stehroller á la Segway) mit der Option, diese für größere Strecken zu koppeln	PKW, 2/3-Wheeler
Individuelle Flugmobilität	von autoähnlichen Fahrzeugen hin zu Mikrokoptern, Rucksackraketen etc.	Neue Fzg.
Neue ÖV-Verkehrsmittel	urbane Seilbahnen, Mono-Rails und Busse für Personen- und Gütermobilität	Neue Fzg.
Infrastrukturtechnologien		
Sensorgestütztes Verkehrsmanagement	Stufen der Entwicklung von Detektorschleifen über Videoauswertung hin zu C2I-Kommunikation, auch Road-Pricing[33]-Systeme	PKW, Bus
Ladeinfrastruktur E-Mobilität	Entwicklung und Ausbau unterschiedlicher Systeme: Wallbox[34], Schnellladung, elektromagnetische Induktion, ggf. Batteriewechsel (Bus)	PKW, Bus, (Rad)
Versorgungsinfra-struktur Wasserstoff	Entwicklung und Ausbau unterschiedlicher Systeme, inkl. Herstellungspfade	PKW, Bus
Vollautomatisierte Parkierungsanlagen	intelligente oder platzsparende Parkierungsanlagen, z.B. für Knoten der vernetzten Mobilität; ggf. auch Parkplätze mit Sensorik zur Freimeldung und Reservierung	PKW

[33] Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren

[34] Anschlussmöglichkeit zum Laden von Elektroautos, die an der Wand hängt

Schritt 2: Entwicklung von Projektionen

Von März bis Mai 2014 trafen sich in Workshops zu den einzelnen Bereichen Demografie, Wirtschaft, Energie, Verkehrspolitik und Einstellungen Experten aus Wissenschaft und Industrie. Gemeinsam diskutierten sie über mögliche Entwicklungen der einzelnen Deskriptoren und legten pro Deskriptor ein bis drei Zukunftsprojektionen (siehe Tabelle 4) sowie plausible Begründungen fest. Die Projektionen konnten dabei qualitativ oder quantitativ sein. Als Grundlage für die Diskussionen in den Workshops dienten die Inputpapiere, die im Vorfeld von Prognos und Inovaplan entwickelt wurden.

Tabelle 4: Ausgewählte Deskriptoren und die von den Experten entwickelten Projektionen
(Preisbasisjahr: 2013, bereinigte Werte)

DESKRIPTOR	PROJEKTIONEN
Einflussbereich: Demografie	
1.1 Bevölkerungsentwicklung	a) Rückgang auf 77,98 Mio. bis 2035 (GR 1,4 & WS 200 000) b) marginaler Rückgang auf 80,28 Mio. bis 2035 (GR 1,4 & WS 300 000) c) Rückgang auf 79,60 Mio. bis 2035 (GR 1,6 & WS 200 000)
1.2 Altersstruktur	a) Berechnungsgrundlage: Bevölkerungsprojektion a) b) Berechnungsgrundlage: Bevölkerungsprojektion b) c) Berechnungsgrundlage: Bevölkerungsprojektion c)
1.3 Haushaltstypen	Ø Haushaltsgröße sinkt auf 1,9, aber die Kurve flacht sich ab.
1.4 Bevölkerung nach Raumtyp	a) stetige Urbanisierung b) dynamisch zunehmende Entleerung
1.5 Regionale Bevölkerungsverteilung	Großräumige Wanderungsbewegungen schwächen sich ab.
Einflussbereich: Wirtschaft	
2.1 Wirtschaftsentwicklung	a) BIP Ø 0,6 % p.a. b) BIP Ø 1,2 % p.a.
2.2 Welthandelsvolumen und Globalisierung	a) Aktueller Trend setzt sich moderat fort (4,5 % p.a.). b) neuer Globalisierungsschub (6,0 % p.a.)

2.3 Deutsches Außenhandelsvolumen	a) Exporte wachsen um 0,5 % schwächer als Welthandel. b) Exporte wachsen um 1,0 % schwächer als Welthandel.
2.4 Verfügbares Einkommen pro Kopf	a) Ø 0,8 % p.a. b) Ø 1,3 % p.a.
2.5 Erwerbsbeteiligung	a) Erwerbslosenquote: 6,3 %; Erwerbsquote: M 80 %, F 75 % b) Erwerbslosenquote: 5,0 %; Erwerbsquote: M 84 %, F 79 %
2.6 Arbeitsorganisation	a) moderate Flexibilisierung b) sehr starke Flexibilisierung
2.7 Einkaufsverhalten	a) Standardisierung fördert Online-Handel und Einkaufen auf der grünen Wiese. b) Individualisierung fördert Online-Handel und Einkaufserlebnis.
Einflussbereich: Energie	
3.1 Weltmarkt-Rohölpreis	a) 70 USD/bbl in 2035 b) 140 USD/bbl in 2035 c) 200 USD/bbl in 2035
3.2 Gaspreis in Deutschland	a) 9 USD/MBtu in 2035 b) 12 USD/MBtu in 2035 c) 15 USD/MBtu in 2035
3.3 Klimaschutzziele und Regulierung von CO_2	a) CO_2-Reduktion um 40 % zwischen 1990 und 2035 b) restriktive CO_2-Reduktion um 60 % zwischen 1990 und 2035
3.4 Verknüpfung des Stromsystems mit dem Mobilitätssystem	a) unterstützt die Stabilisierung des künftigen Stromnetzes b) fördert die Stabilisierung des künftigen Stromnetzes kaum
3.5 Elektrochemische Energiespeicherung / Batterieentwicklung	a) Herstellungskosten sinken stark auf 120 EUR/kWh. b) Herstellungskosten sinken weniger stark auf 180 EUR/kWh
3.6 Wasserstoff	a) spielt im Mobilitätsenergiemix noch keine Rolle b) spielt im Mobilitätsenergiemix eine wachsende Rolle
3.7 Entwicklung Biofuels der nächsten Generation	a) Marktanteil bei 2 % in 2035 in Deutschland b) Marktanteil bei 5 % in 2035 in Deutschland c) Marktanteil bei 20 % in 2035 in Deutschland

Einflussbereich: Verkehrspolitik

4.1 Modernitätsgrad der Straßeninfrastruktur	a) nimmt zu b) bleibt gleich c) nimmt kontinuierlich weiter ab
4.2 Kosten der PKW-Nutzung	a) Kraftfahrer-Preisindex entwickelt sich deutlich stärker als der Verbraucherpreisindex. b) Kraftfahrer-Preisindex entwickelt sich stärker als der Verbraucherpreisindex. c) Kraftfahrer-Preisindex nähert sich dem Verbraucherpreisindex an.
4.3 Luftqualität im Straßenverkehr	a) keine weitere Verschärfung nach Euro 6, aber Erweiterung auf permanentes Monitoring von Abgasemissionen b) weitere Verschärfung der fahrzeugbezogenen Emissionsregulierung und deren Erweiterung um zusätzliche Emittenten c) weitere Verschärfung der fahrzeugbezogenen Emissionsregulierung und zusätzlich flächendeckende Regulierung für emissionsfreien Verkehr
4.4 CO_2-Regulierung im Straßenverkehr	a) 95 Gramm CO_2 pro km Tank to Wheel b) 65 Gramm CO_2 pro km Tank to Wheel c) 65 Gramm CO_2 pro km Well to Wheel[35]
4.5 Regulierung des PKW-Verkehrs in Städten	a) keine weitere Verschärfung b) moderate Verschärfung c) stringente Verschärfung
4.6 Angebote im öffentlichen Verkehr	a) werden insgesamt besser b) werden in und zwischen Ballungsräumen besser und in ländlichen Räumen differenzierter c) werden im ländlichen Raum schlechter und Daseinsvorsorgeziele werden stark abge senkt/verfehlt
4.7 Kosten der Bahn- und ÖPNV-Nutzung	a) ÖV-Preisentwicklung entlang des Verbraucherpreisindex b) ÖV-Preise steigen stärker als Verbraucherpreisindex. c) ÖV-Preise steigen deutlich stärker als Verbraucherpreisindex.
4.8 Neue Mobilitätskonzepte und -produkte	a) angepasste Konzepte in Ballungsräumen und ländlichen Gebieten b) Innovative Angebote bleiben Nischenprodukte.
4.9 Verkehrsmanagement	a) partielle Weiterentwicklung b) umfassend individuell, im LKW- und PKW-Verkehr auf Fernstraßen c) umfassend individuell, im LKW- und PKW-Verkehr auf Fernstraßen und im städtischen Raum
4.10 Rechtliche Rahmenbedingungen des automatisierten Fahrens	a) gehen nicht über Status Quo hinaus b) sind geschaffen für begrenzte Anwendungen c) sind gegeben für umfassende Anwendungen
4.11 Angebotsstrategien im Luftverkehr	a) Stagnation / leichte Abnahme der angebotenen Sitzkilometer (ASK) im Inlandsverkehr b) leichte Zunahme der angebotenen Sitzkilometer (ASK) im Inlandsverkehr

[35] Wörtlich: vom Bohrloch bis zum Rad; bei „well-to-wheel" wird die gesamte Wirkkette für die Fortbewegung von der Gewinnung und Bereitstellung der Antriebsenergie bis zur Umwandlung in kinetische Energie betrachtet.

Einflussbereich: Einstellungen

5.1 Multimodale Orientierung	a) nimmt insgesamt leicht zu b) nimmt insgesamt stark zu
5.2 Ökologische Verantwortung	a) Stagnation auf hohem Niveau b) leichte Zunahme, vor allem in gesellschaftlichen Leitmilieus
5.3 Mobilitätsbelastungen im Alltag	a) Abnahme durch bewusste Entschleunigung b) Stagnation c) Zunahme
5.4 Mobilität als Lifestyle	a) Emotionalisierung und Symbolisierung b) Rationalisierung und Funktionalisierung
5.5 Offenheit für technologische Innovationen	a) Akzeptanz wächst grundsätzlich weiter. b) Akzeptanz hält mit technologischer Entwicklung nicht Schritt.
5.6 Nutzen statt Besitzen	a) Bereitschaft zu „Nutzen statt Besitzen“ nimmt in den Metropolen zu. b) „Sharing Economy“ bleibt Nische.

Schritt 3: Verknüpfung der Deskriptoren

Die Verknüpfung der einzelnen Deskriptoren beziehungsweise deren Projektionen (ohne den Einflussbereich Technologie) erfolgte auf Basis von zwei Analysen: Zuerst haben wir eine Einflussanalyse durchgeführt, um die Deskriptoren in ihrer Wirkung und Dynamik zu beschreiben. In einer Matrix haben wir dann mit Hilfe einer Skala von 0 (kein Einfluss) bis 3 (starker Einfluss) bewertet, wie stark ein (Spalten-) Deskriptor die künftige Entwicklung eines (Zeilen-) Deskriptors beeinflusst. Ergebnis dieser Analyse ist Abbildung 10, welche die Systemdynamik zusammenfasst. Je höher die Aktivität eines Deskriptors, umso mehr beeinflusst er andere Deskriptoren im System. Die Deskriptoren „Klimaschutzziele und Regulierung von CO_2" (3.3) sowie „Wirtschaftsentwicklung" (2.1) haben wir hier insgesamt als stärkste Treiber identifiziert. Je höher die Passivität, umso mehr wird der Deskriptor von anderen getrieben. Dies ist vor allem bei den Deskriptoren „Neue Mobilitätskonzepte und -produkte" (4.8) sowie „Nutzen statt Besitzen" (5.6) ersichtlich.

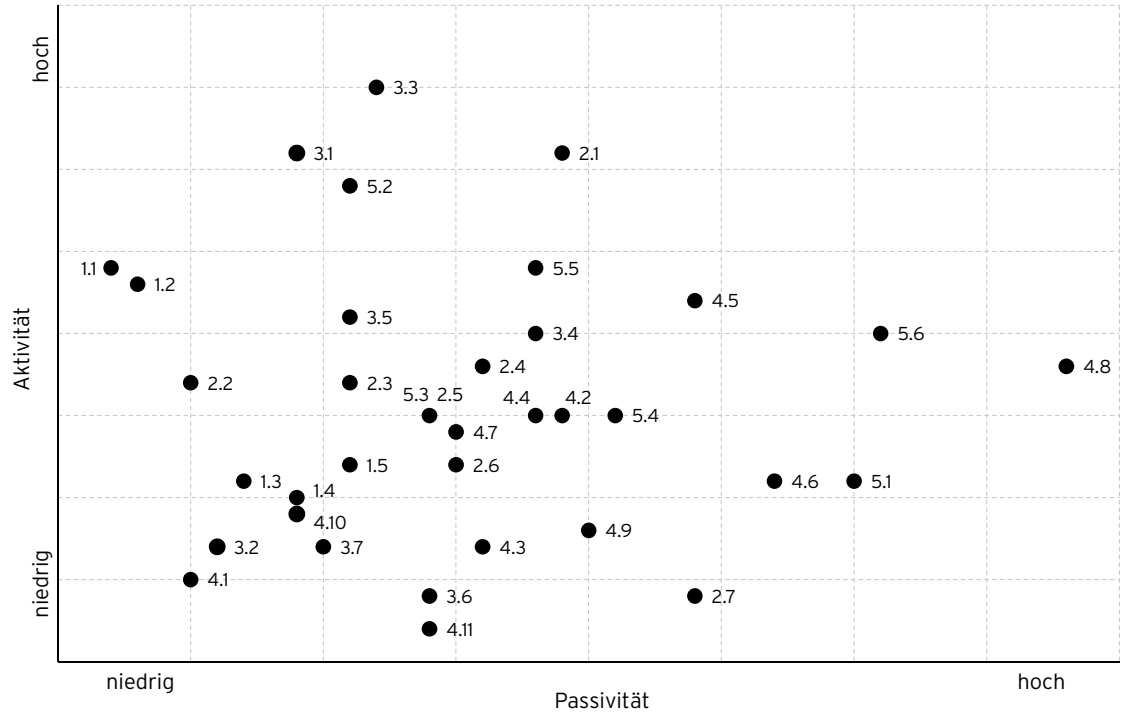


Abbildung 10: Systemdynamik als Ergebnis der Einflussanalyse

Quelle: eigene Analyse und Darstellung

Die Bewertung erfolgte nach folgender Skala:

1 = totale Inkonsistenz
2 = partielle Inkonsistenz
3 = neutral oder unabhängig
4 = partielle Konsistenz
5 = starke Konsistenz

		Wirtschaftsentwicklung		Welthandelsvolumen und Globalisierung		Deutsches Außenhandelsvolumen		Erwerbsbeteiligung	
		b) Dynamisch zunehmende Entleerung	a) BIP Ø 0,6% p.a.	b) BIP Ø 1,2% p.a.	a) Aktueller Trend setzt sich moderat fort (4,5% p.a.)	b) Neuer Globalisierungsschub (6,0% p.a.)	a) Exporte wachsen um 0,5% schwächer als Welthandel	b) Exporte wachsen um 1,0% schwächer als Welthandel	a) Erwerbslosenquote: 6,3%; Erwerbsquote: M 80%, F 75%	b) Erwerbslosenquote: 5,0%; Erwerbsquote: M 84%, F 79%
Bevölkerung nach Raumtyp	a) Stetige Urbanisierung									
	b) Dynamisch zunehmende Entleerung									
Wirtschaftsentwicklung	a) BIP Ø 0,6% p.a.	3								
	b) BIP Ø 1,2% p.a.	3								
Welthandelsvolumen und Globalisierung	a) Aktueller Trend setzt sich moderat fort (4,5% p.a.)	3	5	3						
	b) Neuer Globalisierungsschub (6,0% p.a.)	3	1	4						
Deutsches Außenhandelsvolumen	a) Exporte wachsen um 0,5% schwächer als Welthandel	3	4	5	2	5				
	b) Exporte wachsen um 1,0% schwächer als Welthandel	3	5	4	5	2				
Erwerbsbeteiligung	a) Erwerbslosenquote: 6,3%; Erwerbsquote: M 80%, F 75%	4	4	2	2	2	2	4		
	b) Erwerbslosenquote: 5,0%; Erwerbsquote: M 84%, F 79%	2	2	4	4	4	5	2		
Arbeitsorganisation	a) Moderate Flexibilisierung	3	4	3	3	3	3	3	5	3
	b) Sehr starke Flexibilisierung	3	1	4	3	3	3	3	3	5

Abbildung 11: Ausschnitt aus der Konsistenzmatrix

Quelle: eigene Analyse und Darstellung

Schritt 4: Auswahl der Rohszenarien

Die Konsistenzmatrix haben wir anschließend in die Online-Plattform RAHS (Risk Assessment and Horizon Scanning) importiert. RAHS ist der Prototyp einer Web-basierten Foresight-Plattform, der im Rahmen eines vom Bundesverteidigungsministerium geförderten Projekts entstanden ist (Brockmann, 2012; Durst et al., 2012). Das ifmo konnte das RAHS-Modul zur „explorativen Szenariokonstruktion mit Berechnung" nutzen, um konsistente Rohszenarien zu berechnen und anschließend in Gruppen zusammenzufassen (zu clustern). Die finale Auswahl der beiden Rohszenarien (siehe Tabelle 5) erfolgte auf Basis von sechs Clustern, die in einem abschließenden Workshop primär auf Trennschärfe hin bewertet wurden.

Tabelle 5: Rohszenarien (ohne Technologie-Deskriptoren)

DESKRIPTOR	MUSTERSCHÜLER	MUT ZUR LÜCKE
Einflussbereich: Demografie		
1.1 Bevölkerungsentwicklung	marginaler Rückgang auf 80,28 Mio. bis 2035 (GR 1,4 & WS 300 000)	Rückgang auf 77,98 Mio. bis 2035 (GR 1,4 & WS 200 000)
1.2 Altersstruktur	siehe Abbildung 3	siehe Abbildung 6
1.3 Haushaltstypen	Ø Haushaltsgröße sinkt auf 1,9, aber die Kurve flacht sich ab.	Ø Haushaltsgröße sinkt auf 1,9, aber die Kurve flacht sich ab.
1.4 Bevölkerung nach Raumtyp	stetige Urbanisierung	dynamisch zunehmende Entleerung
1.5 Regionale Bevölkerungsverteilung	Großräumige Wanderungsbewegungen schwächen sich ab.	Großräumige Wanderungsbewegungen schwächen sich ab.
Einflussbereich: Wirtschaft		
2.1 Wirtschaftsentwicklung	BIP Ø 1,2 % p.a.	BIP Ø 0,6 % p.a.
2.2 Welthandelsvolumen und Globalisierung	neuer Globalisierungsschub (6,0 % p.a.)	Aktueller Trend setzt sich moderat fort (4,5 % p.a.).
2.3 Deutsches Außenhandelsvolumen	Exporte wachsen um 0,5 % schwächer als Welthandel.	Exporte wachsen um 1,0 % schwächer als Welthandel.
2.4 Verfügbares Einkommen pro Kopf	Ø 1,3 % p.a.	Ø 0,8 % p.a.
2.5 Erwerbsbeteiligung	Erwerbslosenquote: 5,0 %; Erwerbsquote: M 84 %, F 79 %	Erwerbslosenquote: 6,3 %; Erwerbsquote: M 80 %, F 75 %

2.6 Arbeitsorganisation	sehr starke Flexibilisierung	moderate Flexibilisierung
2.7 Einkaufsverhalten	Individualisierung fördert Online-Handel und Einkaufserlebnis.	Standardisierung fördert Online-Handel und Einkaufen auf der grünen Wiese.
Einflussbereich: Energie		
3.1 Weltmarkt-Rohölpreis	140 USD/bbl in 2035 (Realpreise 2013)	200 USD/bbl in 2035 (Realpreise 2013)
3.2 Gaspreis in Deutschland	12 USD/MBtu in 2035 (Realpreise 2013)	15 USD/MBtu in 2035 (Realpreise 2013)
3.3 Klimaschutzziele und Regulierung von CO_2	restriktive CO_2-Reduktion um 60 % zwischen 1990 und 2035	restriktive CO_2-Reduktion um 60 % zwischen 1990 und 2035
3.4 Verknüpfung des Stromsystems mit dem Mobilitätssystem	unterstützt die Stabilisierung des künftigen Stromnetzes	fördert die Stabilisierung des künftigen Stromnetzes kaum
3.5 Elektrochemische Energiespeicherung / Batterieentwicklung	Herstellungskosten sinken stark auf 120 EUR/kWh.	Herstellungskosten sinken weniger stark auf 180 EUR/kWh.
3.6 Wasserstoff	spielt im Mobilitätsenergiemix noch keine Rolle	spielt im Mobilitätsenergiemix eine wachsende Rolle
3.7 Entwicklung Biofuels der nächsten Generation	Marktanteil bei 20 % in 2035 in Deutschland	Marktanteil bei 5 % in 2035 in Deutschland
Einflussbereich: Verkehrspolitik		
4.1 Modernitätsgrad der Straßeninfrastruktur	nimmt zu	bleibt gleich
4.2 Kosten der PKW-Nutzung	Kraftfahrer-Preisindex entwickelt sich deutlich stärker als der Verbraucherpreisindex.	Kraftfahrer-Preisindex entwickelt sich deutlich stärker als der Verbraucherpreisindex.
4.3 Luftqualität im Straßenverkehr	weitere Verschärfung der fahrzeugbezogenen Emissionsregulierung und deren Erweiterung um zusätzliche Emittenten	keine weitere Verschärfung nach Euro 6, aber Erweiterung auf permanentes Monitoring von Abgasemissionen
4.4 CO_2-Regulierung im Straßenverkehr	65 Gramm CO_2 pro km Tank to Wheel	65 Gramm CO_2 pro km Tank to Wheel
4.5 Regulierung des PKW-Verkehrs in Städten	stringente Verschärfung	moderate Verschärfung
4.6 Angebote im öffentlichen Verkehr	werden in und zwischen Ballungsräumen besser und in ländlichen Räumen differenzierter	werden im ländlichen Raum schlechter und Daseinsvorsorgeziele werden stark abgesenkt/verfehlt

Tabelle 5: Rohszenarien (ohne Technologie-Deskriptoren) - Fortsetzung

DESKRIPTOR	MUSTERSCHÜLER	MUT ZUR LÜCKE
4.7 Kosten der Bahn- und ÖPNV-Nutzung	ÖV-Preise steigen stärker als Verbraucherpreisindex.	ÖV-Preise steigen stärker als Verbraucherpreisindex.
4.8 Neue Mobilitätskonzepte und -produkte	angepasste Konzepte in Ballungsräumen und ländlichen Gebieten	angepasste Konzepte in Ballungsräumen und ländlichen Gebieten
4.9 Verkehrsmanagement	umfassend individuell, im LKW- und PKW-Verkehr auf Fernstraßen und im städtischen Raum	umfassend individuell, im LKW- und PKW-Verkehr auf Fernstraßen
4.10 Rechtliche Rahmenbedingungen des automatisierten Fahrens	sind geschaffen für begrenzte Anwendungen	sind geschaffen für begrenzte Anwendungen
4.11 Angebotsstrategien im Luftverkehr	leichte Zunahme der angebotenen Sitzkilometer (ASK) im Inlandsverkehr	Stagnation/ leichte Abnahme der angebotenen Sitzkilometer (ASK) im Inlandsverkehr
Einflussbereich: Einstellungen		
5.1 Multimodale Orientierung	nimmt insgesamt stark zu (gesellschaftlich getrieben)	nimmt insgesamt stark zu (kostengetrieben)
5.2 Ökologische Verantwortung	leichte Zunahme, vor allem in gesellschaftlichen Leitmilieus	Stagnation auf hohem Niveau
5.3 Mobilitätsbelastungen im Alltag	Zunahme	Stagnation
5.4 Mobilität als Lifestyle	Emotionalisierung und Symbolisierung	Rationalisierung und Funktionalisierung
5.5 Offenheit für technologische Innovationen	Akzeptanz wächst grundsätzlich weiter.	Akzeptanz wächst grundsätzlich weiter.
5.6 Nutzen statt Besitzen	Bereitschaft zu „Nutzen statt Besitzen“ nimmt in den Metropolen zu.	Bereitschaft zu „Nutzen statt Besitzen“ nimmt in den Metropolen zu.

Der separat behandelte Einflussbereich Technologie hielt anschließend ebenfalls Einzug in die Szenarien. Nach Erstellung der Mini-Roadmaps wurden in einem internen Szenario-Workshop der beteiligten Fraunhofer-Institute jeweils mehrere der untersuchten Technologien zu Systemtechnologien zusammengefasst, um diese anschließend einfacher in die Szenarien integrieren zu können (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Systemtechnologien

ELEKTROMOBILITÄT	AUTONOMES FAHREN	VERNETZTE MOBILITÄT
7) Stromantriebe	12) Automatisiertes Fahren	4) Vernetzte Mobilität
11) Elektrische Energiespeicher	13) Sicherheitsassistenten	3) Soziale Medien
18) Ladeinfrastruktur E-Mobilität	2) Vernetztes Fahren	5) Big Data
10) Leichtbau		20) Vollautomatisierte Parkierungsanlagen

Mit Hilfe der in den Roadmaps beschriebenen kausalen Verknüpfungen zu den anderen Einflussbereichen konnten wir für die drei Systemtechnologien Projektionen ableiten und in die Rohszenarien einflechten (siehe Tabelle 7). Dies geschah in einem Workshop gemeinsam mit den Fraunhofer-Experten im Juli 2014.

Tabelle 7: Rohszenarien für den Einflussbereich Technologie

DESKRIPTOR	MUSTERSCHÜLER	MUT ZUR LÜCKE
Einflussbereich: Technologie		
6.1 Elektromobilität	› Batteriepreise sinken. › E-Fahrzeuge werden dominant: BEV haben höhere Anteile als PHEV. Mittlere und kleinere PKW sind BEV, größere sind PHEV. › Regulierung in Städten forciert E-Mobilität.	› E-Mobilität wird gebremst, vor allem durch hohe Batteriekosten. PHEV/REEV sind dominant.
6.2 Autonomes Fahren	› Rechtliche Rahmen sind angelegt. Einführung moderner Infrastruktur (Smart Cities) läuft. › Mobilitätsbelastung wird entschärft. › hippe Innovation › Mobility-for-Non-Mobiles › Push für Car Sharing	› Mangelnde Regulierung (Haftung und Datenschutz) bremst autonomes fahren › Fokus des autonomen Fahrens liegt auf Sicherheit und Kosteneinsparung.
6.3 Vernetzte Mobilität	› Moderne Verkehrsknoten (Hubs) + IKT fördern vernetzte Mobilität. › deutschlandweit einheitliches Angebot (Roaming zwischen Anbietern) › Wunsch nach Flexibilität; Eigentum wird als Belastung empfunden. „Nutzen statt Besitzen“ ist Teil des Lifestyles.	› stützt sich vor allem auf IKT und Organisation › Mobilitätsangebote im Wettbewerb › sehr stark kostengetrieben

Schritt 5: Beschreibung der Szenarien

Die Beschreibung der ausgewählten Szenarien erfolgte auf Basis der Rohszenarien sowie aller in den Experten-Workshops gesammelten Begründungen und Kausalitäten. Besonders wichtig war, die Glaubwürdigkeit des jeweiligen Szenarios durch klare und plausible Begründungen zu stützen. Zudem haben wir die Kausalketten möglichst über einen Zeitstrahl laufen lassen, um die Stufen hin zum Zustand im Jahre 2035 in den Szenarien darzustellen. Am Ende haben wir die Szenarien nochmals an die Experten von Prognos, Inovaplan und Fraunhofer gegeben und von ihnen erneut auf Plausibilität und Konsistenz hin überprüfen lassen.

Schritt 6: Ableitung von Konsequenzen für die Mobilität

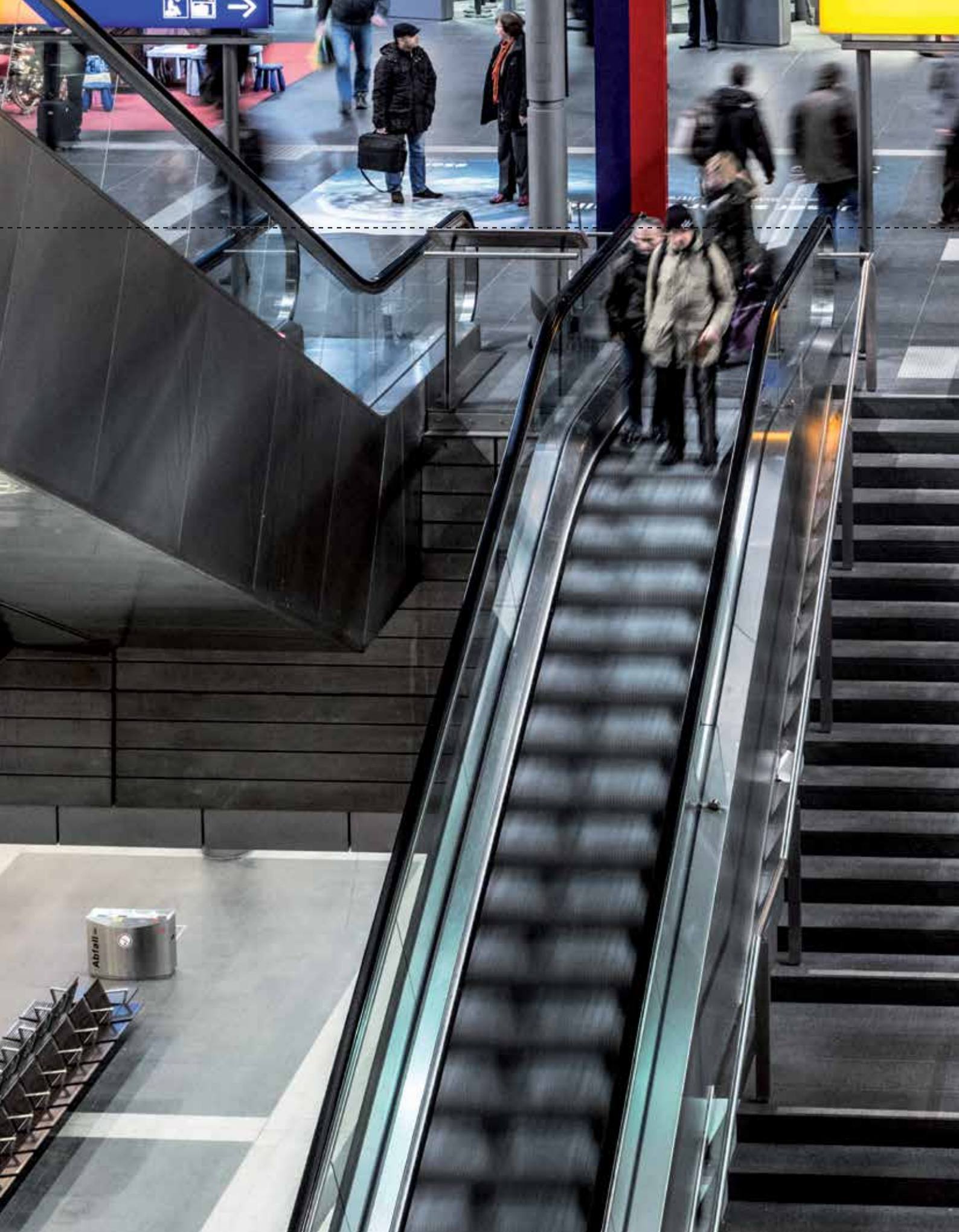
Zusammen mit den Experten von Inovaplan haben wir ein Verkehrsleistungsmodell entwickelt, in welches die Szenarien als Input eingeflossen sind. Wir konnten die Auswirkungen unserer Szenarien auf die Mobilität der Zukunft quantifizieren, indem wir pro Szenario die unter den gewählten Projektionen mögliche Gesamtverkehrsleistungsentwicklung (GVL) von 2013 bis 2035 aufgezeigt haben.

Das Modell basiert auf einem gesamthaften Ansatz, der die Verkehrsleistung (VL) von Personen nach Altersgruppen sowie für alle Verkehrsträger (n=Anzahl) ausgehend vom Status Quo des Jahres 2013 bis 2035 berechnen kann. Als Berechnungsgrundlage diente dabei folgende Formel:

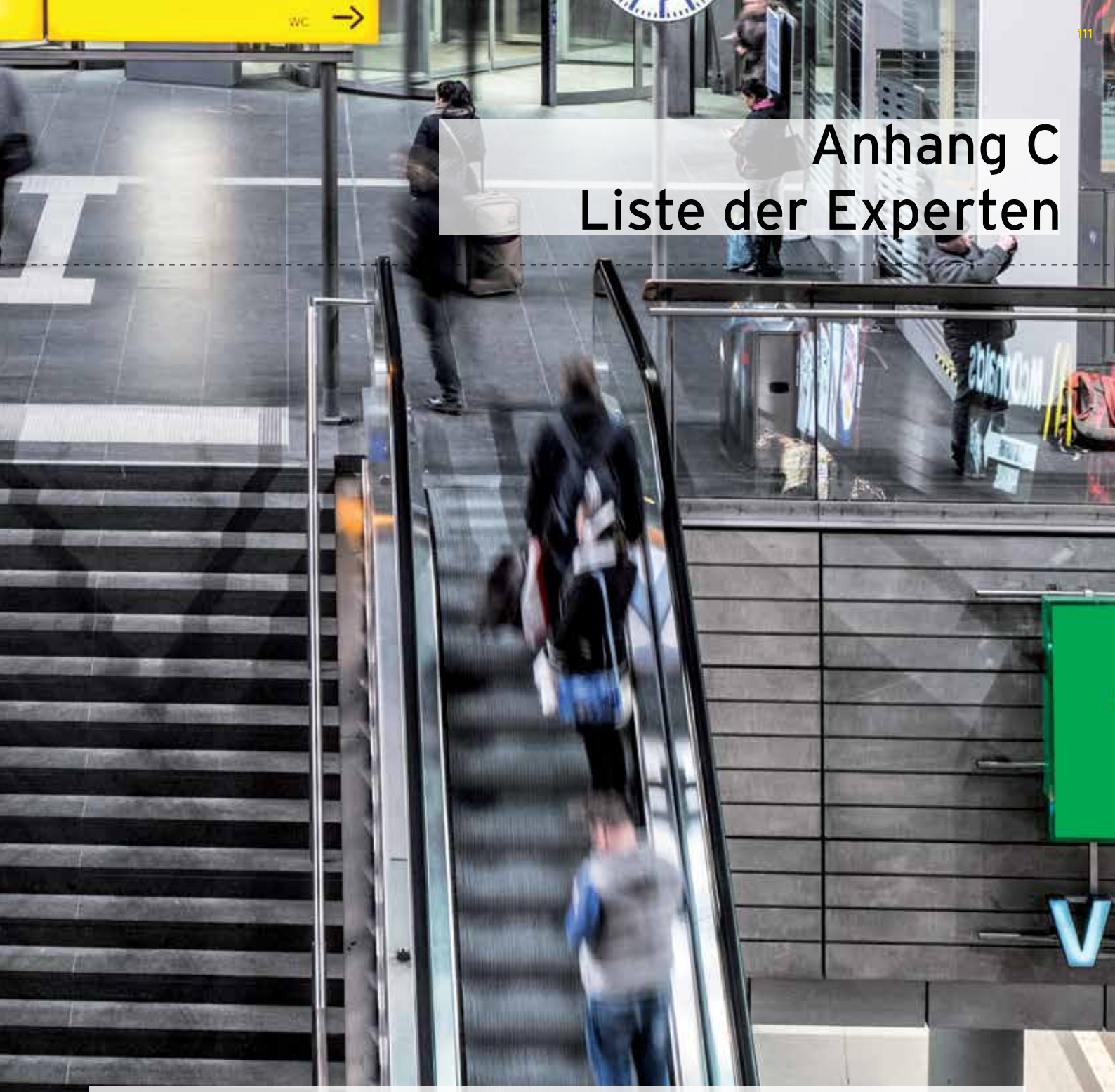
$$GVL = \sum_{i=1}^{n} VL_i = \sum_{i=1}^{n} \text{Mobilitätsrate} \times \text{Wege pro Tag}_i \times \text{Wegelänge}_i \times \text{Modal-Split-Anteil}_i$$

Die Wirkungsrichtungen und Wirkungsstärken unterschiedlicher Deskriptoren haben wir im Zeitverlauf durch Experteneinschätzungen quantifiziert. Manche Projektionen haben keine oder nur eine geringe Auswirkung auf die Mobilität, andere eine starke. Urbanisierungseffekte konnten durch eine Unterscheidung zwischen Räumen mit mehr als 100 000 Einwohnern und Räumen mit weniger als 100 000 Einwohnern berücksichtigt werden. Ebenso haben wir Kohorteneffekte, wie etwa die Nachholmotorisierung der älteren Generation oder die geringere Nutzung von PKW durch junge Erwachsene, abgebildet. Dadurch haben wir insgesamt abschätzen können, wie sich die Verkehrsleistung unterschiedlicher Verkehrsträger und somit auch der Modal Split in den beiden Szenarien quantitativ entwickeln könnten.

[36] Grundlage für die Berechnungen ist das Deutsche Mobilitätspanel (Informationen online unter www.mobilitaetspanel.de).


Abfall

Anhang C
Liste der Experten



„Wenn alle Experten sich einig sind, ist Vorsicht geboten."
(Bertrand Arthur William Russel[37])

[37] Bertrand Arthur William Russell, 1872 – 1970, britischer Philosoph, Mathematiker und Logiker

Projektteam:

Dr. Peter Phleps	Institut für Mobilitätsforschung, BMW Group (Projektleiter)
Dr. Irene Feige	Institut für Mobilitätsforschung, BMW Group (Institutsleiterin)
Kerstin Zapp	freie Fachjournalistin (Moderationen und Text)
Dr. Michael Böhmer	Prognos AG
Kai Gramke	Prognos AG
Prof. Dr. Marcel Hunecke	Fachhochschule Dortmund
Dr. Almut Kirchner	Prognos AG
Stephan Kritzinger	Prognos AG
Dr. Wilko Manz	Inovaplan GmbH
Dr. Anna-Marleen Plume	Prognos AG
Dr. Wolfgang Schade	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung

Folgende Experten waren an der Entwicklung der Projektionen bzw. der Technologie-Roadmaps beteiligt:

Dr. Jörg Adolf	Shell Deutschland Oil GmbH
Axel Becker	Airbus Group
Prof. Dr. Thorsten Beckers	TU Berlin
Prof. Dr. Klaus J. Beckmann	Akademie für Raumforschung und Stadtplanung
Prof. Dr. Lutz Bellmann	Bundesagentur für Arbeit , Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
Dr. Maik Böres	BMW Group
Dr. Reiner Braun	Empirica AG
Dr. Jürgen Dorbritz	Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung
Prof. Dr. Carsten Dreher	Freie Universität Berlin
Dr. Hella Engerer	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.
Prof. Dr. Paul Gans	Universität Mannheim
Prof. Dr. Matthias Gather	Fachhochschule Erfurt
Frank Hansen	BMW Group
Prof. Dr. Dietrich Henckel	Technische Universität Berlin
Wolfgang Inninger	Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik
Dr. Peter Jakubowski	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
Thilo Jourdan	Siemens AG

Carsten Kamphausen	Servicekraft Bus GmbH
Dr. Reiner Klingholz	Berlin-Institut für Bevölkerung und Entwicklung
Prof. Dr. Henning Klodt	Institut für Weltwirtschaft an der Universität Kiel
Dr. Peter Klüsener	Siemens AG
Dr. Jonathan Köhler	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
Claudia Kolbinger	BMW Group
Johanna Kopp	Institut für Mobilitätsforschung, BMW Group
Georg-Friedrich Koppen	Landeshauptstadt München
Ben Kraaijenhagen	MAN Nutzfahrzeuge AG
Dr. Michael Krail	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
Dr. Markus Ksoll	Deutsche Bahn AG
Dr.-Ing. Uwe Kunert	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.
Dr. Frank Marscheider-Weidemann	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
Oliver Mietzsch	Zweckverband für den Nahverkehrsraum Leipzig
Dr. Frank Pagel	Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung
Annika Paul	Bauhaus Luftfahrt
Dr. Anja Peters	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
Dr. Thomas Röhm	Bauhaus Luftfahrt
Stefan Schneider	Deutsche Bank AG (DB Research)
Christoph Schneider	Flughafen München GmbH
Stefan Siegemund	Deutsche Energie-Agentur GmbH
Gabriele Sonne	BMW Group
Robert Sykora	Siemens AG
Dr. Henning Tegner	KCW Strategie- und Managementberatung
Jörg Ueltzhöffer	SIGMA Gesellschaft für internationale Marktforschung und Beratung mbH
Martin Wagner	Verbund Solutions GmbH
Nicole Wagner	Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik
Dr. Kym Watson	Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung
Prof. Martin Wietschel	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
Martin zur Nedden	Deutsches Institut für Urbanistik (Difu)

Referenzen

ADAC (2012): *Standpunkte Car Sharing*. München. Eingesehen am 07.01.2015 unter: http://www.adac.de/_mmm/pdf/Standpunkte_CarSharing_58318.pdf, abgerufen am 05.01.2015

Auswärtiges Amt (2014): *Bilateral Relations: China.* Eingesehen am 05.01.2015 unter http://www.auswaertiges-amt.de/EN/Aussenpolitik/Laender/Laenderinfos/01-Nodes/China_node.html

Brockmann, K. (2012): *Futures Analysis Cooperation Tool in the German Armed Forces.* Foreknowledge, No. 4, August 2012, pp. 6–7. Eingesehen am 05.01.2015 unter http://issuu.com/foreknowledge/docs/foreknowledge4/7?e=0

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2012): *Raumabgrenzungen und Raumtypen des BBSR*, Bonn

Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015): *Definition der Elektromobilität nach der Bundesregierung.* Berlin. Eingesehen am 07.01.2015 unter http://www.erneuerbar-mobil.de/de/schlagwortverzeichnis/definition-der-elektromobilitaet-nach-der-bundesregierung

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014a): *Arbeitsgruppe erneuerbare Energien 2014 – Statistik.* Berlin. Eingesehen am 05.01.2015 unter http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiedaten-und-analysen/arbeitsgruppe-erneuerbare-energien-statistik,did=630368.html

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014b): *Erneuerbare Energien auf einen Blick*. Berlin. Abrufbar unter http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Erneuerbare-Energien/erneuerbare-energien-auf-einen-blick.html

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014c): *Entwicklung der Energiemärkte – Energiereferenzprognose.* Projekt Nr. 57/12. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Basel / Köln / Osnabrück. Download am 17.12.2014 unter http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/entwicklung-der-energiemaerkte-energiereferenzprognose-endbericht,property%3Dpdf,bereich%3Dbmwi2012sprache%3Dde,rwb%3Dtrue.pdf

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg., 2006): *Verkehr in Zahlen 2006/2007.* 35. Jahrgang. Hamburg: DVV Media Group

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg., 2012): *Verkehr in Zahlen 2012/2013.* 41. Jahrgang. Hamburg: DVV Media Group

Bundesrechtsverordnung (2007): *Fünfunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes* (35. BImSchV). Eingesehen am 17.12.2014 unter http://www.bgbl.de/banzxaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl106s2218.pdf#__bgbl__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl106s2218.pdf%27%5D__1418811706932

Bundesverband Car Sharing (2014a): *Jahresbericht des bcs 2013/2014.* Berlin. Download am 08.12.2014 unter http://www.carsharing.de/ueber-den-bcs/veroeffentlichungen/jahresbericht-des-bcs-201314

Bundesverband Car Sharing (2014b): *1 Million Teilnehmer im deutschen Car Sharing.* Berlin. Download am 08.12.2014 unter http://carsharing.de/presse/pressemitteilungen/1-million-teilnehmer-im-deutschen-carsharing

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (2012): *Wochenbericht 47/2012.* Berlin. Download am 08.12.2014 un-ter http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.411735.de/12-47.pdf

Deutsches Mobilitätspanel (2013): *Wissenschaftliche Begleitung und Auswertungen: Alltagsmobilität und Fahrleistungen.* Karlsruher Institut für Technologie. Online verfügbar am 10.12.2014 unter http://mobilitaetspanel.ifv.kit.edu
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. in der Helmholtz-Gemeinschaft (2013): Luftverkehrsbericht 2012. Daten und Kommentierungen des deutschen und weltweiten Luftverkehrs. Köln. Abrufbar unter http://www.dlr.de/fw/Portaldata/42/Resources/dokumente/pdf/LVB2012.pdf

Dezernat Zukunftsanalyse im Planungsamt der Bundeswehr (2014): *Risk Assessment and Horizon Scanning*. Berlin. Abrufbar unter https://www.rahs-bundeswehr.de/

Durst, C.; Kolonko, T.; Durst, M. (2012): *Kooperationsdilemma in der Zukunftsforschung. Ein IT-basierter Lösungsansatz der Bundeswehr.* In: Mattfeld, D. C.; Robra-Bissantz, S. (Hrsg.): Tagungsband der Multikonferenz Wirtschaftsinfor-matik 2012 in Braunschweig. Berlin: GITO Verlag, S. 1785 – 1796

Europäische Kommission (2011): *Weißbuch Verkehr 2050*. Brüssel. Download am 08.12.2014 unter http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/doc/2011_white_paper/white_paper_com(2011)_144_de.pdf

European Commission (2013): *AMECO-Datenbank.* Brüssel. Abrufbar am 17.12.2014 unter http://ec.europa.eu/economy_finance/db_indicators/ameco/zipped_en.htm

European Commission (2014): *2030 framework for climate and energy policies*. Brüssel. Download am 08.12.2014 un-ter http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/index_en.htm

Europäisches Parlament (2007): *Verordnung (EG) Nr. 715/2007.* Download am 17.12.2014 unter http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32007R0715

Europäisches Parlament (2009): *Europäische CO_2-Grenzwert-Richtlinie 443/2009/EG.* Download am 17.12.2014 unter http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0001:0015:DE:PDF

Gassmann, O.; Sutter, P. (2013): *Praxiswissen Innovationsmanagement – Von der Idee zum Markterfolg.* 3. überarbeitete und erweiterte Auflage. München: Carl Hanser Verlag, Kapitel 7.4: Schritte der Szenariotechnik, S. 103

Gausemeier, J.; Fink, A.; Schlake, O. (1995): *Szenario-Management. Planen und Führen mit Szenarien.* München: Hanser Fachbuch, S. 90

Handelsverband Deutschland (2013): *Zahlenspiegel 2013.* Berlin. Abrufbar unter http://www.einzelhandel.de/

Hunecke, M.; Manz, W. (2014): *Deskriptoren zu Einstellungen und Werten.* Arbeitspapier im Rahmen der vorliegenden Szenariostudie

Institut für Mobilitätsforschung (2008): *Die Mobilitätskosten im Jahr 2025.* München. Download am 05.01.2015 unter http://www.ifmo.de/tl_files/publications_content/2008/ifmo_2008_AP_3_Die_Mobilitaetskosten_im_Jahr_2025_de.pdf

Kraftfahrtbundesamt (2014): *Zentrales Fahrzeugregister (ZFZR).* Flensburg. Download am 08.12.2014 unter http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/2014_b_jahresbilanz.html;jsessionid=22EB39CB40BD3C6CB1DC0FF6E30D221D.live1041?nn=644526

Mineralölwirtschaftsverband (2014): *Jahresbericht 2013.* Berlin. Download am 08.12.2014 unter http://www.mwv.de/upload/Publikationen/dateien/MWV_Jahresbericht_2013-Titelbild_mittel_5nWqRqG29p86sH5.pdf

Nationale Plattform Elektromobilität (2014): *Fortschrittsbericht 2014 – Bilanz der Marktvorbereitung.* Berlin. Download am 10.12.2014 unter http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/emob_fortschrifttsbericht_2014_bf.pdf

Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung [OECD] (2012): *Umweltausblick für 2050.* Paris. Download am 08.12.2014 unter http://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/49889636.pdf

Springer Gabler Verlag (Herausgeber), Gabler Wirtschaftslexikon online: Eingesehen am 17.12.2014 unter http://wirtschaftslexikon.gabler.de

Statistisches Bundesamt (2012): *Qualität der Arbeit – Geld verdienen und was sonst noch zählt.* Wiesbaden. Download am 08.12.2014 unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Arbeitsmarkt/Erwerbstaetige/BroschuereQualitaetArbeit0010015129001.pdf?__blob=publicationFile

Statistisches Bundesamt (2013a): *Mikrozensus 2012.* Wiesbaden. Download am 08.12.2014 unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/MigrationIntegration/Migrationshintergrund2010220127004.pdf?__blob=publicationFile

Statistisches Bundesamt (2013b): *Statistisches Jahrbuch Deutschland 2013.* Wiesbaden. Download am 08.12.2014 unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/StatistischesJahrbuch/StatistischesJahrbuch2013.pdf?__blob=publicationFile

Statistisches Bundesamt (2014a): *Statistisches Jahrbuch Deutschland 2014.* Wiesbaden. Download am 05.01.2015 unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/StatistischesJahrbuch/StatistischesJahrbuchAktuell.html;jsessionid=F9C8016D4C4DE865F49F68DBB6FBB35D.cae2#DownloadsKapitel

Statistisches Bundesamt (2014b): *Ausländerzahl in Deutschland 2013 auf Rekordniveau.* Berlin. Pressemitteilung Nr. 081 vom 07.03.2014. Download am 04.01.2015 unter: https://www.destatis.de/DE/Presseservice/Presse/Pressemitteilungen/2014/03/PD14_081_12521.html

Statistisches Bundesamt (2014c): *Preise – Verbraucherpreisindizes für Deutschland, Jahresbericht 2013.* Wiesbaden. Download am 05.01.2015 unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Preise/Verbraucherpreise/VerbraucherpreisindexJahresbericht-PDF_5611104.pdf?__blob=publicationFile

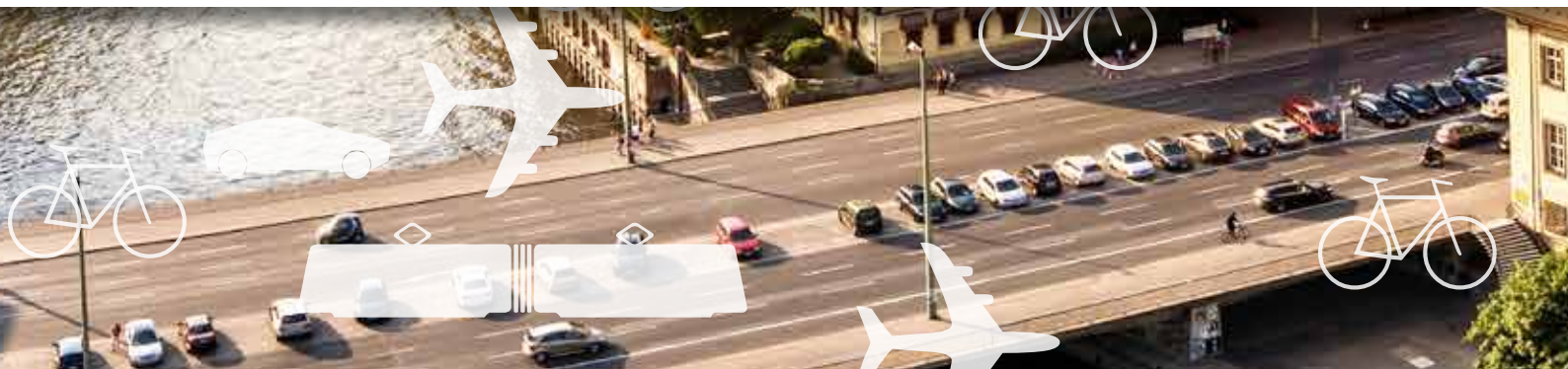
Statistisches Bundesamt (2015): Definition Verbraucherpreisindex. Wiesbaden. Abrufbar unter https://www.destatis.de/DE/Meta/AbisZ/VPI.html

Abbildungen und Tabellen

Abbildung 1	Unterschied zwischen Prognosen und Szenarien	4
Abbildung 2	Die sechs betrachteten Einflussbereiche	8
Abbildung 3	Bevölkerungsentwicklung im Szenario „Musterschüler“ bis 2035	24
Abbildung 4	Entwicklung der Personenverkehrsleistung über alle Altersgruppen und Verkehrsträger; Musterschüler	41
Abbildung 5	Personenverkehrsleistung für unterschiedliche Verkehrsträger und Altersgruppen; Musterschüler	42
Abbildung 6	Bevölkerungsentwicklung im Szenario „Mut zur Lücke“ bis 2035	46
Abbildung 7	Entwicklung der Personenverkehrsleistung über alle Altersgruppen und Verkehrsträger; Mut zur Lücke	60
Abbildung 8	Personenverkehrsleistung für unterschiedliche Verkehrsträger und Altersgruppen; Mut zur Lücke	61
Abbildung 9	Methodisches Vorgehen	94
Abbildung 10	Systemdynamik als Ergebnis der Einflussanalyse	102

Tabelle 1	Modal Split der Personenverkehrsleistung; Musterschüler	42
Tabelle 2	Modal Split der Personenverkehrsleistung; Mut zur Lücke	61
Tabelle 3	Ausgewählte Technologien für die Entwicklung von Mini-Roadmaps	96
Tabelle 4	Ausgewählte Deskriptoren und die von den Experten entwickelten Projektionen	98
Tabelle 5	Rohszenarien (ohne Technologie-Deskriptoren)	104
Tabelle 6	Systemtechnologien	107
Tabelle 7	Rohszenarien für den Einflussbereich Technologie	107

Abkürzungen

ASK	available seat kilometers
B2B	business to business
B2C	business to customer
bbl	barrel
BEV	battery electric vehicle
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (seit 2014: BMVI)
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur
BMWI	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
C2C	car to car
C2I	car to infrastructure
CNG	compressed natural gas
CO_2	Kohlenstoffdioxid
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EU	Europäische Union
EU-15	alle EU-Mitgliedstaaten vor der so genannten Ost-Erweiterung 2004
EUR	Euro
GR	Geburtenrate
GVL	Gesamtverkehrsleistung
HDE	Handelsverband Deutschland e.V.
ifmo	Institut für Mobilitätsforschung, eine Forschungseinrichtung der BMW Group
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IML	Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik
IOSB	Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung
ISI	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
kWh	Kilowattstunde
LCC	low cost carrier
Li-XYZ	Lithium-XYZ-Batterien; Post-Lithium-Ionen-Batterien
LKW	Lastkraftwagen
LNG	liquefied natural gas
MBtu	million British thermal units
MIV	motorisierter Individualverkehr
NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus
Opec	Organization of the Petroleum Exporting Countries
ÖPFV	öffentlicher Personenfernverkehr
ÖPNV	öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	öffentlicher Verkehr
PKW	Personenkraftwagen
ppm	parts per million
PHEV	plug-in hybrid electric vehicle
RAHS	Risk Assessment and Horizon Scanning
REEV	range extended electric vehicle
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
SPFV	spurgeführter Personenfernverkehr
THG	Treibhausgas
USD	US-Dollar
VL	Verkehrsleistung
WS	Wanderungssaldo

www.ifmo.de