



# SHELL PKW-SZENARIEN BIS 2030

Fakten, Trends und Handlungsoptionen  
für nachhaltige Auto-Mobilität

Pkw-Szenarien für Deutschland  
Lkw-Trends in Deutschland und Europa  
Pkw-Trends in Österreich und der Schweiz

#### Kurzfassung der Shell Pkw-Szenarien bis 2030

Die 25. Ausgabe der Shell Pkw-Szenarien steht im Zeichen des Wandels. In einem einheitlichen sozioökonomischen Leit-szenario erforscht die vorliegende Pkw-Studie 2009 zunächst mögliche Folgen des demografischen Wandels für künftige Auto-Mobilität in Deutschland. Differenziert nach Alter und Geschlecht werden heutige Pkw-Motorisierungsgrade und Pkw-Fahrleistungen bis ins Jahr 2030 fortgeschrieben. Das Bild von Auto-Mobilität in Deutschland wird künftig stärker von Frauen und älteren Menschen geprägt. Die Motorisierung der deutschen Bevölkerung wird weiter zulegen. Die Pkw-Fahrleistungen steigen bis 2020 weiter an und fallen gegen 2030 wieder auf heutiges Niveau zurück.

In zwei Mobilitätsszenarien wird erforscht, wie nachhaltig sich Auto-Mobilität in Deutschland in den kommenden Jahren – gemessen an Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen – entwickeln wird. In einem Trend-Szenario „Automobile Anpassung“ werden heutige Trends und Verhaltensmuster fortgeschrieben; dennoch sinken bereits hier Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Pkw-Flotte deutlich. In einem Alternativ-Szenario „Auto-Mobilität im Wandel“ kommt es zu raschem technologischen Wandel und einer stärkeren Diversifizierung von Antriebs- und Kraftstoff-Technologien. Gleichwohl werden konventionelle Antriebe und Kraftstoffe auch im Jahr 2030 noch eine tragende Rolle spielen.

Die Shell Pkw-Szenarien für Deutschland schließen mit einer Diskussion der Voraussetzungen und Handlungsoptionen für eine nachhaltige Auto-Mobilität ab. Erstmals wird dabei auch ein Ausblick auf die Entwicklung des Straßengüterverkehrs in Deutschland und Europa geworfen sowie ein kurzer Überblick über Pkw-Trends in Österreich und der Schweiz gegeben.

#### Abstract of Shell Passenger Car Scenarios up to 2030

The 25th edition of the Shell Passenger Car Scenarios is characterized by transition. Following a uniform socio-economic lead scenario, the present Passenger Car Study 2009 starts by analysing the possible consequences of demographic change on future auto-mobility in Germany. It tracks continuation of today's car ownership and mileage patterns up to 2030, differentiating by age and sex. The state of auto-mobility in Germany will in future be characterised more strongly by women and by older people. The motorisation of the German population will continue to increase. Passenger car mileage will continue to rise till 2020, then towards 2030 it will drop back to today's level.

The study uses two mobility scenarios to examine how sustainable auto-mobility will develop in the coming years, measured by energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions. One of these scenarios, called „Automobile Adaptation“, is based on continuation of today's trends and behaviour patterns into the future; it already shows substantial reduction in energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions of the passenger car fleet. The alternative scenario „Auto-Mobility in Transition“ is characterised by rapid technological change and greater diversification of propulsion and fuel technologies. But conventional propulsion systems and fuels will still be playing a key role in 2030.

The Shell Passenger Car Scenarios for Germany close with a discussion on conditions and action options for sustainable auto-mobility. For the first time, they also include an outlook for the development of goods transport by road in Germany and Europe, and a brief overview of passenger car trends in Austria and Switzerland.

Hamburg, 2009

Herausgegeben von:  
Shell Deutschland Oil GmbH  
22284 Hamburg

Weitere Exemplare zu beziehen bei:  
e-mail: shellpresse@shell.com

Als Download im Internet:  
[www.shell.de/pkwszenarien](http://www.shell.de/pkwszenarien)

Bildnachweis:  
S. 4: Corbis  
S. 7: Getty Images/Hulton Archive  
S. 21: Plainpicture/Fancy  
S. 23: Getty Images/Johner Images  
S. 36: Stockbyte  
S. 40: Shell  
S. 49: Imagebroker/Jochen Tack

Gestaltung, Produktion:  
Mänz Kommunikation



## SHELL PKW-SZENARIEN BIS 2030

Fakten, Trends und Handlungsoptionen für nachhaltige Auto-Mobilität



### INHALTSVERZEICHNIS

Pkw-Szenarien für Deutschland	Seite
I Leitfragen und Szenarien	04
II Globaler Rahmen und sozioökonomische Randbedingungen	10
III Auto-Mobilität und Personenverkehr in Deutschland bis 2030	18
IV Pkw-Antriebe, Kraftstoffe und CO <sub>2</sub> -Emissionen	30
V Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	42
Lkw-Trends in Deutschland und Europa	48
Pkw-Trends in Österreich und der Schweiz	50
Literaturverzeichnis	52
Web-Links	54
Definitionen und Statistik	55

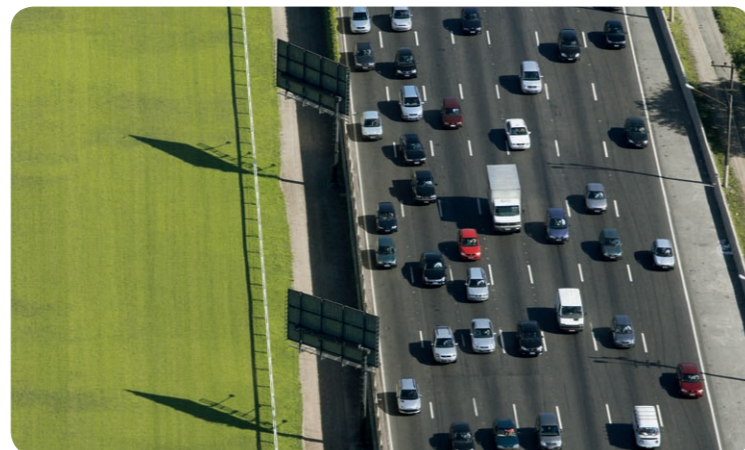
## LEITFRAGEN UND SZENARIEN

Die Mobilitätsbedürfnisse wie auch die Möglichkeiten mobil zu sein waren wohl nie so groß wie heute. In Industrieländern ist das Automobil heute mit großem Abstand primärer Träger dieser Mobilität. Aber auch in den schnell wachsenden Schwellen- und Entwicklungsländern steigt seine Bedeutung; ein eigener Pkw zwecks individueller Mobilität steht fast überall auf der Welt ganz oben auf der Wunsch-Skala. Pkw-Motorisierung gilt als Schlüsselindikator für den Entwicklungsstand einer Volkswirtschaft. Mehr noch, das Automobil ist allgegenwärtig und heute ein kultur- bzw. zivilisationsübergreifendes globales Phänomen.

### DEMOGRAFISCHER WANDEL UND AUTO-MOBILITÄT

Deutschland ist einer der führenden Automobil-Standorte weltweit und eine hoch entwickelte Autonation. Die Motorisierung ist weit vorangeschritten; sie liegt mit rund 570 Pkw pro 1.000 Einwohnern hoch – sowohl absolut als auch im internationalen Vergleich, wie Abbildung 1 zeigt. Im Durchschnitt besitzt damit bereits jeder der rund 40 Mio. Haushalte in Deutschland mehr als ein Auto; in vielen Haushalten gibt es bereits Zweit- oder gar Drittwagen. Gleichwohl wuchsen Pkw-Dichte und Pkw-Flotte auch in den vergangenen Jahren jeweils um mehrere Hunderttausend Fahrzeuge pro Jahr. Seit 1990 ist der Pkw-Bestand um etwa die Hälfte und in den letzten 10 Jahren immer noch um etwa 15% auf zuletzt 47 Mio. Pkw gewachsen. Und auch die Pkw-Fahrleistungen haben seit Mitte der 1990er Jahre um rund 10% zugelegt bzw. hielten sich auch bei steigenden Kraftstoff- und Energiepreisen stabil auf hohem Niveau; sie liegen zurzeit bei rund 580 Mrd. Fahrzeug-Kilometern.

Dabei liegt die Bevölkerungszahl in Deutschland seit Jahren bei etwa 82 Mio. Einwohnern – und ist sogar seit 2001 leicht rückläufig. Zudem befindet sich Deutschland mitten im Prozess demografischer Alterung. Wenn aber das Durchschnittsalter einer Gesellschaft steigt bzw. der Anteil von Menschen in höheren Altersgruppen stetig zunimmt – müssten dann nicht Motorisierung und Mobilität sinken?



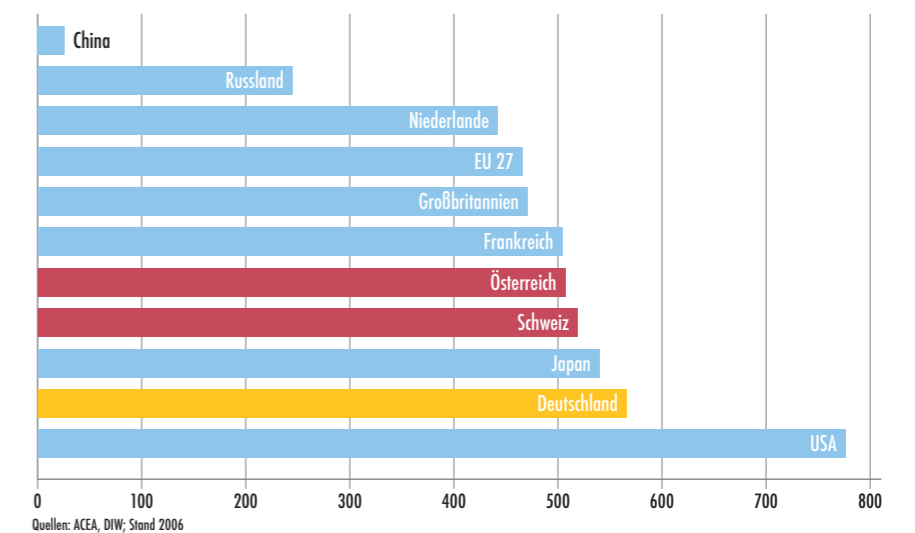
Shell befasst sich seit vielen Jahren mit Fragen zur Zukunft des Automobils. Seit 1958 beobachtet Shell die Entwicklung des motorisierten Individualverkehrs in Deutschland. Die letzten Shell Pkw-Szenarien erschienen im April 2004.<sup>1)</sup> In früheren Jahren standen vor allem verkehrs- und energiewirtschaftliche Fragen im Zentrum der Pkw-Forschung. Die klassischen Leitfragen damaliger Untersuchungen waren: *Wie viele Pkw werden in Zukunft auf unseren Straßen fahren? Und wie intensiv werden sie genutzt? Welche Infrastruktur ist dafür erforderlich? Und wie viel Kraftstoffe werden die Fahrzeuge benötigen?* Diese klassischen Pkw-Themen sind nicht nur weiterhin wichtig; sie gewinnen vor dem Hintergrund veränderter demografischer und sozioökonomischer Trends ganz neues Interesse.

Die vorhergehende Pkw-Studie befasste sich erstmals mit den möglichen Konsequenzen des demografischen Wandels für Auto-Mobilität in Deutschland. Sie kam dabei zu dem Ergebnis, dass sowohl Pkw-Motorisierung und -Bestand als auch Pkw-Mobilität – ausgedrückt in Pkw-Gesamtfahrleistungen – weiter steigen können. Inzwischen sind fünf Jahre vergangen; der Prozess der demografischen Alterung ist weiter vorangeschritten und es liegen neue sozioökonomische und globale Rahmenbedingungen vor. Die vorliegenden Pkw-Szenarien knüpfen an die Vorläuferstudie an, indem sie deren zentrale Leitfrage mit neuen Daten, Erkenntnissen und verfeinerter Methodik wieder aufgreifen. Die erste Leitfrage für die aktuelle Pkw-Studie wird daher wie folgt formuliert:



**Wie kann es sein, dass Pkw-Motorisierung und -Mobilität in einer stabilen Wirtschaft, Gesellschaft und Bevölkerung weiter wachsen? Und für die Zukunft: Wie könnte sich Auto-Mobilität in Deutschland – ausgedrückt in Pkw-Motorisierungsgrad(en) und Fahrleistungen – vor dem Hintergrund des demografischen Wandels bis zum Jahre 2030 weiter entwickeln?**

### 1 Pkw-Dichte pro 1000 Einwohner im internationalen Vergleich



### NACHHALTIGKEIT UND AUTO-MOBILITÄT

Doch nicht nur Demografie, sondern weitere wichtige Rahmenbedingungen wie auch die Wahrnehmung von Mobilität haben sich in den letzten Jahren deutlich verändert. Dabei wird vor allem die Nachhaltigkeit von Mobilitätstrends immer stärker hinterfragt. Denn so groß der gesellschaftliche und private Nutzen des Automobils sein mag – seine uneingeschränkte Nutzung ist auch mit Nachteilen verbunden. Autos verbrauchen Energie. Eine weltweit immer größere Zahl von Autos benötigt immer mehr Energie. Zu viel Energie? Könnten unsere Autos nicht längst viel sparsamer sein? Ein weiteres, noch weitgehend ungelöstes Problem sind schließlich die Kohlendioxid-Emissionen, die täglich aus Millionen von Verbrennungsmotoren entweichen und zur globalen Klima-Problematik beitragen.

Da die aktuellen Mobilitätstrends (noch) nicht dem Leitbild der Nachhaltigkeit entsprechen, ist das Automobil in den letzten Jahren vor allem als Energieverbraucher, CO<sub>2</sub>-Emittent oder gar „Klimasünder“ in die Diskussion geraten. Verkehrs-, Energie- und Klimapolitik, Wirtschaft und Verbraucher fragen daher: *Wie geht es weiter mit Auto-Mobilität?*

Energieversorgung, Kraftstoffe und Auto-Mobilität sind seit über 100 Jahren Kern-Kompetenzen von Shell.

<sup>1)</sup> Vgl. Shell Deutschland Oil, Shell Pkw-Szenarien bis 2030: Flexibilität bestimmt Motorisierung. Szenarien des Pkw-Bestands und der Neuzulassungen in Deutschland bis zum Jahr 2030, Hamburg 2004; sowie Jörg Adolf, Demografischer Wandel und die Zukunft der Auto-Mobilität in Deutschland, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 55. Jg. (2005), Heft 12, S. 948-951.



Shell ist nicht nur einer der führenden Kraftstoff-Entwickler weltweit, sondern gehört auch zu den größten Kraftstoff-Produzenten. Gleichzeitig beschäftigt sich Shell als Energie-Unternehmen seit vielen Jahren mit der Frage: Wie wird unsere Energieversorgung morgen aussehen?<sup>2)</sup> Darüber hinaus bekennt sich Shell zum Nachhaltigkeitsprinzip und hat sich in den vergangenen Jahren bereits ausführlich mit Nachhaltigkeitsaspekten der globalen Mobilitätsentwicklung befasst; unter anderem hat Shell sich dazu am Sustainable Mobility-Project (SMP) des World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) beteiligt.<sup>3)</sup>

Nun soll die Frage nachhaltiger Mobilität auch Kernthema der vorliegenden Shell Pkw-Szenarien für Deutschland mit dem Titel **„Fakten, Trends und Handlungsoptionen für nachhaltige Auto-Mobilität“** sein. Nachhaltige Mobilität kann grundsätzlich definiert werden als „die Befähigung einer Gesellschaft, sich frei zu bewegen und möglichst umfassend auszutauschen, ohne dafür andere wichtige soziale und ökologische Nachteile in Kauf zu nehmen“. Mit Blick auf Relevanz, Dringlichkeit und Interesse der automobilen Akteure in Deutschland konzentriert sich die aktuelle Pkw-Studie dabei auf folgende Nachhaltigkeitsaspekte: auf Energieverbrauch, Energieeffizienz sowie die Klima-Verträglichkeit des Automobils. Die zweite Leitfrage der Pkw-Studie zur aktuellen Diskussion um nachhaltige Mobilität lautet daher:



**Wie nachhaltig wird sich Auto-Mobilität in Deutschland in den kommenden Jahren – gemessen an Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen – entwickeln? Wie und in welchem Zeitrahmen kann das Automobil welchen Beitrag zu nachhaltiger Mobilität leisten?**

## SZENARIEN-ENTWICKLUNG

Nachdem die Shell Pkw-Studien zunächst als „Prognosen“ herausgegeben wurden, veröffentlicht Shell seit 1979 nunmehr Pkw-„Szenarien“. Um die Interpretation der Studien-Ergebnisse zu erleichtern, empfiehlt es sich,

vorab auf einige grundlegende Fragen der Szenario-Entwicklung etwas genauer einzugehen:

- Erstens: Shell nutzt und setzt seit Jahrzehnten Szenarien ein. Was sind die Grundlagen, und was ist der Nutzen von Szenarien?
- Zweitens: Shell Pkw-Szenarien sind keine Prognosen, sondern Szenarien. Worin unterscheiden sich Szenarien und Prognosen? Und was können Szenarien im Vergleich zu Prognosen leisten?
- Und drittens: Was ist der jeweilige Kern der aktuellen Shell Pkw-Szenarien? Was ist neu, und wodurch unterscheiden sie sich?

### Shell und Szenarien

Szenarien werden seit den späten 1960er Jahren verstärkt in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft eingesetzt. Shell zählt zu den Pionieren der Szenario-Technik. Szenarien werden von Shell seit der ersten Ölkrise erfolgreich in der strategischen Unternehmensplanung eingesetzt.

Gegenwärtig erstellt und veröffentlicht Shell unterschiedliche Szenario-Formate: Zum einen die *Shell Global Scenarios*, die drei alternative Zukünfte „Open Doors“, „Low Trust Globalisation“ und „Flags“ bis ins Jahr 2025 entwickeln. Die *Shell Global Scenarios* skizzieren dabei mögliche wirtschaftliche, politische, soziale und demografische Randbedingungen für die weitere Entwicklung der globalen Energieversorgung. Mit der langfristigen Zukunft des globalen Energiesystems befassen sich andererseits die *Shell Energy Scenarios* in zwei Szenarien „Scramble“ und „Blueprints“ bis 2050. Darüber hinaus beteiligt sich Shell an der Szenarien-Arbeit wichtiger internationaler und nationaler Institutionen – nicht nur beim World Business Council for Sustainable Development, sondern auch bei der International Energy Agency und anderen.<sup>4)</sup> Die vorliegende Studie setzt auf die Ergebnisse dieser Arbeiten, insbesondere aber auf die beiden Szenarien der *Shell Energy Scenarios to 2050* auf.

Shell nutzt seine Szenarien nicht nur dazu, eigene Geschäfts- und Investitionsentscheidungen auf Robustheit zu überprüfen. Shell will mit seinen Szenarien auch politische und gesellschaftliche Diskussionen anstoßen und voranbringen. Deshalb hat Shell zentrale Forschungsergebnisse immer wieder wirtschaftlichen und politischen Entscheidungsträgern sowie einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

### Szenarien und Prognosen

Prognosen dienen dem Ziel, Vorhersagen für die Zukunft zu machen. Moderne, wissenschaftliche Prognose-Verfahren entwickeln aus Daten der Vergangenheit Modelle, die vergangene Entwicklungen gut erklären, und wenden diese dann auf die Zukunft an. Prognostiker unterstellen dabei, dass die Strukturbeziehungen zwischen den Erklärungsvariablen stabil sind und dass es eine Zukunftsentwicklung gibt, der es sich möglichst gut anzunähern gilt. Prognosen entfalten unter Business as Usual-Bedingungen ihre größte Leistungsfähigkeit.<sup>5)</sup>

Tatsächlich ist Zukunft jedoch inhärent ungewiss. Es kann zu Strukturbrüchen oder unvorhergesehenen Ereignissen kommen. Auf lange Sicht können bereits kleine Änderungen in einzelnen Parametern große Wirkung entfalten. Die Geschichte ist daher voll von mehr oder weniger gravierenden Fehlprognosen, ganz gleich, ob sie auf modernen Verfahren oder traditionellen, Jahrhunderte alten Methoden wie der Kristallkugel oder des Kaffeesatzlesens beruhen. Nur ein Beispiel: So soll Kaiser Wilhelm II. einmal gesagt haben: „Ich glaube an das Pferd. Das Automobil ist nur eine vorübergehende Er-



Straßenszene in Berlin um 1900

scheinung.“ Tatsächlich gibt es heute viel mehr Autos als vor einhundert Jahren Pferde.

Szenario-Technik geht demgegenüber davon aus, dass es eine nicht reduzierbare Ungewissheit gibt. Zwischen vergangenen, heutigen und künftigen Ereignissen existieren zwar kausale Beziehungen. Und es gibt vorbestimmte Elemente und Treiber künftiger Entwicklungen, die untersucht werden können. Es gibt aber nicht die eine zu erwartende Zukunft. Szenario-Methodik denkt daher in alternativen Zukunftsentwürfen oder kurz: in multiplen Zukünften. Szenarien verfolgen einen breiteren Ansatz als Prognosen. Sie wollen wesentliche strukturelle Unsicherheiten, wichtige Stellschrauben und Weichenstellungen aufzeigen. Ihr Ziel ist es, das Verständnis künftiger Entwicklungen und damit Entscheidungsgrundlagen und Zukunftsstrategien zu verbessern, nicht aber die Zukunft möglichst exakt vorherzusagen.

Szenarien sind konsistente, in sich plausible Entwicklungspfade. Um multiple Zukünfte repräsentativ abbilden zu können, werden in der Regel mindestens zwei, manchmal aber auch mehrere alternative Szenarien betrachtet (vgl. Abbildung 2 auf Seite 8). Szenarien beschreiben alternative Entwicklungspfade; auch wenn sie andere Entwicklungen „irgendwie“ mit umfassen, bleiben die dazwischen liegenden Räume undefiniert.

Die Shell Pkw-Szenarien beinhalten keine Prognosen, die wahrscheinlichste Entwicklungen aufzeigen wollen. Wenn im Rahmen der Shell Pkw-Szenarien dennoch von Prognosen gesprochen wird, handelt es sich um „Szenario-Prognosen“, also gleichermaßen wahrscheinliche zukünftige Entwicklungspfade. Wenn die zentralen Rahmenbedingungen des jeweiligen Szenarios festgelegt oder „gesetzt“ worden sind, lassen sich hieraus – gegebenenfalls unter Zuhilfenahme weiterer theoretischer oder statistischer Annahmen – kausale Wenn-Dann-Aussagen ableiten. Unsicherheiten sind jedoch weiter in den jeweiligen szenarischen Randbedingungen enthalten. Szenario-Prognosen gelten nur unter den jeweiligen speziellen Randbedingungen.

Wirtschaftsaktivität, zumal in Marktwirtschaften, unterliegt gewissen, mehr oder weniger regelmäßigen

<sup>2)</sup> Vgl. Arie de Geus, *The Living Company*, Boston/Massachusetts 1997, S. 4.

<sup>3)</sup> Vgl. World Business Council for Sustainable Business Development, *Mobility 2030: Meeting the Challenges to Sustainable Mobility*. Full Report, Genf 2004. Das WBCSD ist eine Vereinigung von etwa 200 Unternehmen, die sich zum Ziel gesetzt haben, nachhaltige Geschäftsstrategien zu entwickeln. Siehe [www.wbcsd.org](http://www.wbcsd.org)

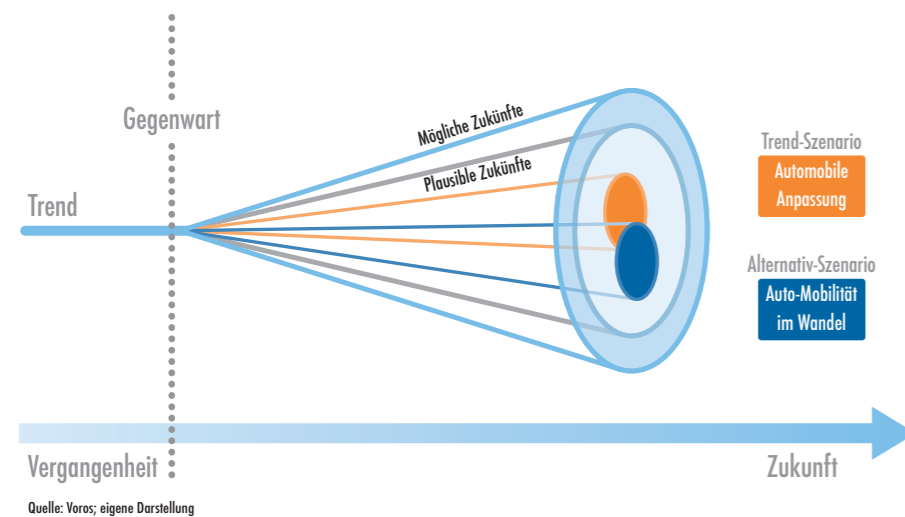
<sup>4)</sup> Vgl. Shell International, *Shell Global Scenarios to 2025*, London 2005; Shell International, *Shell Energy Scenarios to 2050*, Den Haag 2008; International Energy Agency, *Energy Technology Perspectives 2008. Scenarios and Strategies to 2050*, Paris 2008. Siehe auch: [www.shell.com/scenarios](http://www.shell.com/scenarios) und [www.iea.org](http://www.iea.org)

<sup>5)</sup> Zu Szenario-Technik und -Konzepten vgl. Shell International, *Scenarios: An Explorer's Guide*, London 2003; sowie Kees van der Heijden, *Scenarios. The Art of Strategic Conversation*, West Sussex 2005, 2<sup>nd</sup> Edition, Kap. 6-8.

Schwankungen. Der Verkehrssektor ist ein wichtiger Teil der Volkswirtschaft; Verkehrsaktivität hängt eng mit wirtschaftlicher Entwicklung zusammen. In wirtschaftlichen Wachstumsphasen steigt in der Regel die Güterverkehrsfrage und partiell auch die Personenverkehrsleistung. In Rezessionszeiten ist es umgekehrt. Und auch die Pkw-Nachfrage bleibt nicht unbeeinflusst von der aktuellen Wirtschaftsentwicklung. Die Shell Pkw-Szenarien wollen langfristige strukturelle Entwicklungen im Pkw-Sektor bis 2030 aufzeigen. Szenarien betreiben

ven sozioökonomischen Leitszenario auf. Denn von den unterschiedlichen Szenario-Annahmen zur Mobilität sind keinerlei Rückwirkungen auf die Bevölkerungsentwicklung zu erwarten, noch werden signifikante Auswirkungen auf die allgemeine Wirtschaftsentwicklung oder auf das allgemeine Mobilitätsverhalten unterstellt. Für eine konsistente Szenarien-Entwicklung werden jedoch zu den Pkw-Szenarien für Deutschland jeweils synchrone globale Rahmen-Szenarien für Wirtschaft und Mobilität entwickelt.

2 Zukunftskegel und Szenarien



Beide Pkw-Szenarien unterscheiden sich qualitativ auf der Ebene der strukturellen Wirtschaftsentwicklung und auch bei den Grundeinstellungen zur Mobilität, insbesondere im Hinblick auf die Bereitschaft, Pkw umweltorientiert zu beschaffen, deutlich voneinander; quantitativ wirkt sich das aber ausschließlich auf der Ebene der eingesetzten Pkw im motorisierten Individualverkehr sowie beim Kraftstoffverbrauch und den CO<sub>2</sub>-Emissionen aus. Da in den Basisdatengerüsten zur Sozioökonomie und der generellen Mobilitätsentwicklung einschließlich Modalsplit keine Unterschiede bestehen, können die Szenario-Unterschiede damit eindeutig auf die getroffenen Szenario-Annahmen im Bereich Pkw und Kraftstoffe zurückgeführt werden.

Das Automobil ragt heute unter allen Verkehrsträgern in seiner Bedeutung weit heraus. Individuelle Mobilität ist Wesensmerkmal der modernen Gesellschaft. Und individuelle Mobilität definiert sich heute in fortgeschrittenen Industrieländern, in Deutschland über Auto-Mobilität. Künftige Auto-Affinität kann sowohl strukturell als auch auf Basis starker Sozialisierungseffekte fortgeschrieben werden. Zentrale Annahme der Shell Pkw-Szenarien ist folglich, dass das Auto auch in einer alternden Gesellschaft eine unverändert große Bedeutung für Mobilität und damit im Mobilitätsmix einnehmen wird.

Wandel in Energie- und Verkehrssystemen benötigt Zeit und ist an bestimmte technisch-ökonomische Voraussetzungen gebunden. Bevor sich neue Technologien im Markt etablieren, bedarf es nachhaltiger technologischer Innovation, Kosten müssen reduziert und umfangreiche Investitionen vorgenommen werden. Für die

Marktdurchdringung heutiger Energieträger liegen historische Erfahrungen vor. Danach vergehen in der Regel Jahrzehnte bis zur vollständigen Etablierung einer neuen oder alternativen Energietechnologie. Das Tempo, mit dem sich der Technologie-Mix verändert, unterscheidet sich in beiden Pkw-Szenarien deutlich.<sup>6)</sup> Grundsätzlich lehnt sich das erste Szenario dabei stark an Pkw-Trends der jüngeren Vergangenheit an, es kann daher fast schon als klassische „Trend-Prognose“ gelten. Anders dagegen das Nachhaltigkeitsszenario, welches bis 2030 signifikante Veränderungen in der Auto-Mobilität erwartet. Dies setzt nicht nur ein erhöhtes Innovationstempo und umfangreiche Investitionen, sondern zusätzlich auch erhebliche Veränderungen der Rahmenbedingungen voraus.

Ziel der Shell Pkw-Szenarien ist es insbesondere, mögliche Folgen aber auch notwendige Anforderungen alternativer Zukünfte zu explorieren. Beide Szenarien erscheinen dabei gleichermaßen plausibel. Das erste Szenario mag auf den ersten Blick wahrscheinlicher wirken. Gleichwohl ist zu bedenken, dass in Zeiten ungewöhnlich starken Wandels traditionelle Prognosen unter Umständen nicht mehr ausreichen und explizite oder implizite Wahrscheinlichkeitsaussagen versagen. Und in der Tat zeichnet sich bei Energieversorgung und Klimapolitik ein beschleunigter Strukturwandel ab. Wissenschaft, Politik und Unternehmen setzen sich für nachhaltigen Wandel ein.<sup>7)</sup> Und dieser Strukturwandel wird sich auch auf Auto-Mobilität auswirken. Insofern erscheinen Wahrscheinlichkeitsaussagen zu den Szenarien nicht angemessen.

Schließlich ist es weder sinnvoll noch aufschlussreich, Entwicklungen im motorisierten Individualverkehr isoliert darzustellen. Im Prinzip müssten alle Verkehrsträger zusammen betrachtet werden. Da die Verknüpfung zwischen Pkw und Lkw im Straßenverkehr jedoch besonders eng ist, soll in der vorliegenden Pkw-Studie erstmals auch ein Ausblick auf die Entwicklung des Straßengüterverkehrs in Deutschland und Europa geworfen werden. Zuletzt wird der Bericht geografisch abgerundet, indem

auch ein kurzer Überblick über Pkw-Trends in Österreich und der Schweiz gegeben wird.

DATEN UND QUELLEN

Bei der Erstellung der neuen Shell Pkw-Szenarien wurde Shell von folgenden Forschungsunternehmen unterstützt: Die Bereiche Demografie und Makroökonomie wurden im Wesentlichen durch die Prognos AG vorbereitet und stützen sich auf die letzte Ausgabe des globalen Prognos-World Reports.<sup>8)</sup> Die verkehrlichen Basisprognosen, die Entwicklung des Pkw-Modells, die Berechnung von Fahrleistungen, Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen erfolgten durch bzw. zusammen mit der ProgTrans AG. Die langfristigen Entwicklungen des Güterverkehrs in Deutschland sowie des Personenverkehrs in Österreich und in der Schweiz bis zum Jahr 2030 basieren auf dem aktuellen „European Transport Report“<sup>9)</sup> der ProgTrans AG. Die Ausarbeitungen zu alternativen Antrieben und Kraftstoffen wurden vom Hamburgischen WeltWirtschaftsinstitut (HWWI) unterstützt.

Die Shell Pkw-Szenarien (2009) basieren ferner auf den adaptierten, letztverfügbaren Bevölkerungsvorberechnungen des Statistischen Bundesamtes, den neuesten Bestands- und Zulassungszahlen des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) sowie Verbrauchsdaten und -berechnungen des Deutschen Institutes für Wirtschaftsforschung (DIW). In die Ergebnisse sind die letzten amtlichen Prognosen und Szenarien eingeflossen sowie aktuelle Gesetzgebungsvorhaben, politische Programme und Strategien zu Mobilität und Verkehr berücksichtigt.

Zusätzlich wurde bei der Erstellung der Pkw-Szenarien eine Reihe von Experten, Entscheidungsträgern, Stakeholdern und Mitarbeitern befragt, denen Shell an dieser Stelle seinen Dank ausspricht. Eine Auswahl relevanter Daten, Quellen und nützlicher Web-Links befindet sich am Ende der Studie.

Trendforschung; aktuelle konjunkturelle Entwicklungen sollen und können mit Langfrist-Szenarien nicht abgebildet werden.

Neuheiten und Unterschiede

Die neuen Shell Pkw-Szenarien widmen sich der Frage nachhaltiger Mobilität. Dazu werden zwei Szenarien bis 2030 erstellt: Ein Trend-Szenario „**Automobile Anpassung**“, das im Wesentlichen von einer Trendfortschreibung bisheriger Entwicklungen und Verhaltensmuster ausgeht, und ein Alternativ- oder Nachhaltigkeits-Szenario „**Auto-Mobilität im Wandel**“, bei dem vor allem strenge(re) Umwelt- und Nachhaltigkeitsziele im Bereich Verkehr mit einem ganzen Bündel umweltpolitischer Instrumente und Maßnahmen verfolgt werden.

Beide Szenarien setzen – anders als in der vorherigen Ausgabe – in den Eckwerten auf demselben quantitati-

<sup>6)</sup> Vgl. Shell International, Energy Needs, Choices and Possibilities. Scenarios to 2050, London 2001, S. 12-14.  
<sup>7)</sup> Vgl. IPCC, Fourth Assessment Report. Climate Change 2007: Synthesis Report. Summary for Policy Makers, o.O. 2007; EU-Commission, Communication. 20 20 by 2020. Europe's Climate Change Opportunity, Brussels, 23.1.2008, COM (2008) 30 final; Bundesregierung, Umsetzungsbericht Integriertes Energie- und Klimaprogramm (IEK-Programm), Berlin 2007; Jeroen van der Veer, States should create a Climate for Change, in: Financial Times, January 24th, 2007, S. 13.  
<sup>8)</sup> Vgl. Prognos AG, Prognos World Report 2007-2020, Analysen und Prognosen für 30 Industrieländer, Basel 2007.  
<sup>9)</sup> Vgl. ProgTrans AG, European Transport Report 2007/2008, Analyses and Forecasts for 37 European and Overseas Countries, Basel 2007.

# GLOBALER RAHMEN UND SOZIOÖKONOMISCHE RANDBEDINGUNGEN

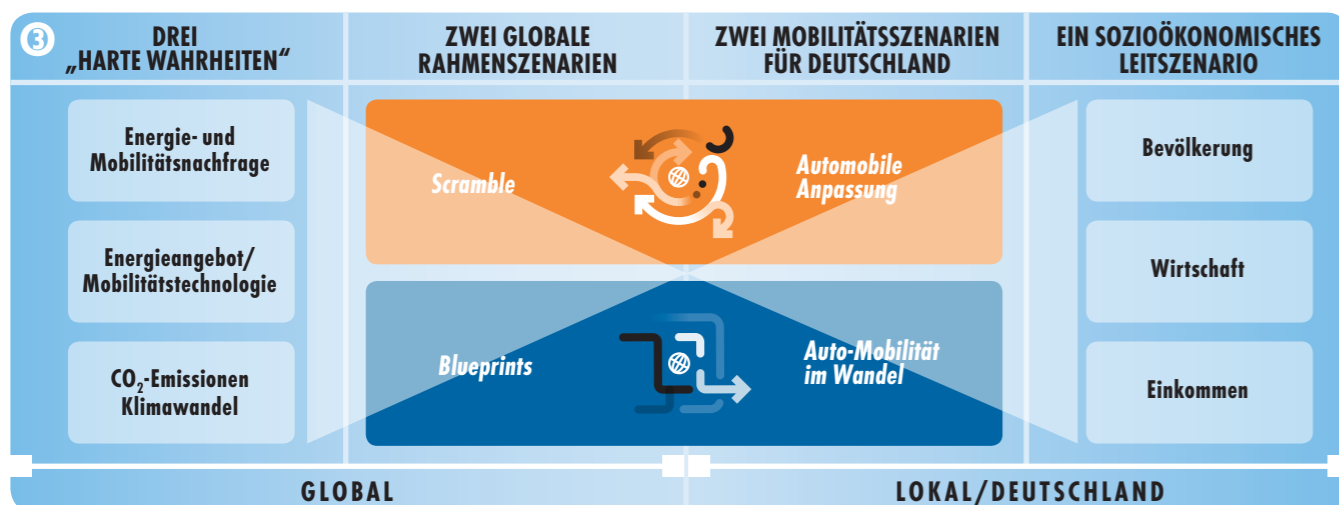


Wie schon in früheren Shell Pkw-Studien spannen auch die vorliegenden Shell Pkw-Szenarien zwei alternative Mobilitätsszenarien auf. Die Entwicklung künftiger Mobilität wird von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Erste Aufgabe der Szenario-Bildung ist es, die wichtigsten szenarischen Rahmenbedingungen festzulegen, vorherbestimmte Einflussfaktoren zu identifizieren und deren Wirkung auf Szenario-Variablen abzuschätzen. Für Mobilitäts- und Pkw-Szenarien in Deutschland ergeben sich zwei Kategorien relevanter exogener Faktoren: globale und nationale Faktoren (vgl. Abbildung 3).

Zum einen kann eine offene Volkswirtschaft und Gesellschaft im 21. Jahrhundert nicht mehr isoliert betrachtet werden. Deshalb müssen auch Mobilitätsszenarien für ein Land wichtige globale Trends und Entwicklungen beachten. Der globale Datenkranz lässt sich dabei wiederum in fundamentale Faktoren und variable Szenarien-Annahmen aufteilen:

- Fundamentale Trends sind heute schon fast vollständig vorherbestimmt, unabhängig von weiteren zwischenzeitlichen Ereignissen – man kann deshalb auch sagen „harte Wahrheiten“.
- Auf der anderen Seite müssen nationale Mobilitätsszenarien in einen korrespondierenden globalen Rahmen eingepasst werden; dieser kann aber je nach Szenario variieren. Der jeweilige globale Szenario-Rahmen sowie dessen Grundausrichtung stützen sich auf die beiden alternativen Zukünfte Scramble und Blueprints aus den *Shell Energy Scenarios*.

Zum anderen müssen die elementarsten nationalen Einflussfaktoren für das Mobilitätsverhalten beschrieben werden, und das sind im Wesentlichen die sozioökonomischen Faktoren Bevölkerung, Wirtschaft und Einkommen. Da diese weitgehend szenario-unspezifisch sind, werden sie nur einmal in einem einheitlichen sozioökonomischen Leitszenario abgebildet. Auf den jeweiligen globalen Rahmen und die gegebenen sozioökonomischen Rahmenbedingungen setzen dann die eigentlichen Pkw-Szenarien für Deutschland bis 2030 auf.



## MOBILITÄT UND „HARTE WAHRHEITEN“

Jedes Szenario zu Mobilität und Motorisierung, ganz gleich für welches Land oder für welche Region, muss drei fundamentale Trends beziehungsweise „harte Wahrheiten“ berücksichtigen:

① Mit zunehmender Erdbevölkerung und steigendem Wohlstand wächst die globale Energienachfrage. Eine Zunahme der weltweiten Energienachfrage um fast die Hälfte bis 2030 oder gar eine Verdoppelung bis zur Mitte des Jahrhunderts wird für möglich gehalten. Neben Energie ist Mobilität entscheidende Voraussetzung für wirtschaftliche Entwicklung. Mit steigendem Einkommen nehmen auch die Entfernungen, welche die Menschen durchschnittlich zurücklegen (können), rasch zu. Und dabei spielt individuelle Mobilität, speziell aber das Automobil, eine besondere Rolle.<sup>10)</sup>

Der globale Fahrzeugbestand liegt heute bei fast einer Milliarde Kraftfahrzeugen, davon rund 700 Mio. Pkw sowie ca. 250 Mio. Nutzfahrzeuge. In den kommenden Jahren wird mit einem dynamischen Wachstum des globalen Pkw-Bestandes gerechnet. Bereits im kommenden Jahrzehnt wird eine Steigerung des Pkw-Absatzes von heute 50 bis 60 Mio. auf 80 Mio. Pkw erwartet; bis 2030 dürfte sich der globale Pkw-Bestand verdoppeln, bis 2050 könnte er bei über neun Mrd. Menschen auf mehr als zwei oder sogar auf drei Mrd. Pkw ansteigen.<sup>11)</sup> Gleichzeitig schreitet die Urbanisierung weiter rasant voran. Schon jetzt leben über die Hälfte aller Menschen in Städten. Die Zahl der Megacities mit über 10 Mio. Einwohnern hat sich in den letzten 20 Jahren vervierfacht und wird sich in den nächsten zwei Jahrzehnten voraussichtlich nochmals verdoppeln. Mobilitätskonzepte für immer zahlreichere Megacities und Ballungsräume werden – allein schon aus ökonomischen Gründen – Rückwirkungen auf alle Mobilitätsformen weltweit haben, auch auf das Automobil.

② Der Verkehrssektor ist einer der wichtigsten Einflussfaktoren für die globale Energienachfrage. Insgesamt beansprucht er heute schon gut zwei Milliarden Tonnen Rohöl-Einheiten; das sind rund die Hälfte der globalen Erdöl-Produktion oder 26% des weltweiten Endenergieverbrauchs; bis 2030 könnten es drei Mrd. Tonnen Rohöl-Einheiten sein.<sup>12)</sup> Zudem konkurriert Mobilität dabei mit anderen Verbrauchssektoren um knappe Energie. Doch die Deckung wachsender Energiebedarfe aus günstigen, einfach zu erschließenden Energievorkommen wird zunehmend schwieriger.

Das Thema Energieversorgung und Energiesicherheit ist gerade für das Automobil eine große Herausforderung; denn Auto-Mobilität wird auch nach über 100 Jahren immer noch vom Verbrennungsmotor angetrieben und stützt sich damit fast ausschließlich auf nur einen Energieträger – auf Mineralöl. Doch Mineralöl ist gerade im Verkehrsbereich ein außerordentlich wettbewerbsfähiger Energieträger, der dort nur schwer zu ersetzen ist.

③ Verkehr und Motorisierung sind schließlich auch mit einer Reihe von unerwünschten Nebeneffekten (Externalitäten) verbunden – das größte, weil noch ungelöste Problem ist der Eintrag des Treibhausgases Kohlendioxid in die Erdatmosphäre. Der Anteil des Verkehrs an den energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen liegt bei gut 20%. Halten die gegenwärtigen globalen Trends bei Energieverbrauch, bei Motorisierung und Mobilisierung weiter an, steigen die CO<sub>2</sub>-Emissionen, steigt die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre – und mit ihr die Risiken eines ungebremsten Klimawandels.



Die doppelte Herausforderung, eine steigende Nachfrage nach sicherer und bezahlbarer Energie zu decken und gleichzeitig die Treibhausgas-Emissionen zu senken, wird auch als die globale Energiefrage bezeichnet. Im Hinblick auf eine stark steigende Mobilitätsnachfrage und die CO<sub>2</sub>-Problematik könnte man auch von globaler Mobilitätsfrage sprechen. Nur wenn sie gelöst wird, kann es weltweit eine bedarfsgerechte und zugleich nachhaltige Mobilitätsversorgung geben.

<sup>10)</sup> Vgl. World Business Council for Sustainable Development, *Mobility for Development. Facts and Trends*, Genf 2007.  
<sup>11)</sup> Vgl. Marcos Chamon, Paolo Mauro, Yohei Okawa, *Mass Car Ownership in the Emerging Market Giants*, in: *Economic Policy*, April 2008, S. 244-296.  
<sup>12)</sup> Vgl. für Eckdaten 2030 das Referenzszenario der International Energy Agency, *World Energy Outlook 2008*, Paris 2008; für Eckdaten bis 2050 vgl. Shell International, *Shell Energy Scenarios to 2050*, Den Haag 2008.



**Trend-Szenario  
Automobile  
Anpassung**



Das erste Szenario ist im Wesentlichen ein klassisches Trend-Szenario; es orientiert sich an der Scramble-Umwelt aus den globalen Shell Energie-Szenarien. In „Scramble“ geht es um „das tägliche Balgen um knappe Energieressourcen“; dort versuchen alle Länder, sich im globalen Wettbewerb eine sichere, wirtschaftliche und bezahlbare Energieversorgung zu verschaffen. Versorgungssicherheit ist Schlüsselthema der Energiepolitik und Energiewirtschaft. Es kommt zu „Ressourcen-Nationalismus“, einem Wettlauf um günstige Energiequellen sowie zum bevorzugten Einsatz heimischer Energieträger. Energiepolitik ist primär Angebotspolitik. Es werden keine zusätzlichen Maßnahmen zur Beeinflussung der Energienachfrage – wie eine Verteuerung der Energienutzung – ergriffen. Und auch eine systematische und gezielte Weiterentwicklung der globalen Klimapolitik findet nicht statt.

Quantitatives Wirtschaftswachstum steht im Zentrum der Politik. Die globale Wirtschaftsentwicklung bleibt – dank günstiger Energieversorgung vor allem mit Kohle – im ersten Vierteljahrhundert weitgehend intakt. Der materielle Wohlstand breiter Bevölkerungsschichten, vor allem in den

Schwellenländern, nimmt weltweit zu. Die globale Energienachfrage und mit ihr die CO<sub>2</sub>-Emissionen legen ebenfalls deutlich zu. Durch die weiter fortschreitende Globalisierung werden Spannungen in den internationalen Beziehungen eher verstärkt. Gegen Ende des Betrachtungszeitraums kommt es zu verstärktem Handlungsdruck – wenn sich die Ungleichgewichte zwischen Energienachfrage und Energieangebot zunehmend verschärfen, oder wenn globale Klima-Ereignisse zu politischem Handeln zwingen. Da Klimaschutz in erster Linie als ökonomische Belastung empfunden wird, erfolgt politisches Handeln nur sehr spät und fast ausschließlich reaktiv.

Unter den Bedingungen des Trend-Szenarios kommt es folglich nur zu einem langsamen und sehr allmählichen technologischen Wandel. Es entstehen keine

Umbrüche in der Wirtschaftsstruktur. Die Wertschöpfungsstrukturen entwickeln sich vielmehr kontinuierlich auf dem Pfad der jüngeren Vergangenheit. Die Energiepreise unterliegen ausgeprägten Schwankungen, was wirtschaftliche und politische Planungen erschwert. Daher bestimmen heutige Techniken auch künftig das Bild: Im Vordergrund steht die sparsamere und effizientere Nutzung bereits etablierter Energieträger. Alternative Energieträger und -technologien leisten allenfalls einen Ergänzungsbeitrag zum künftigen Energie-Mix und haben eine Nischenfunktion.

Im Mobilitätsbereich passen sich die Akteure in ihrem Verhalten jeweils den neuen Herausforderungen an. Weder Verbraucher noch die Politik setzen starke Impulse zur Entwicklung neuer Fahrzeug- oder Kraftstoff-Konzepte. Wesentliche technische Inno-

**Alternativ-Szenario  
Auto-Mobilität im  
Wandel**



Die Grundausrichtung des zweiten Szenarios orientiert sich im Wesentlichen an der Blueprints-Welt aus den globalen Shell Energie-Szenarien. In Blueprints geht es um „planmäßiges und koordiniertes Vorgehen“ sowie um „aktive Gestaltung der Zukunft“ im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung. Hier werden die Implikationen der globalen Energiefrage frühzeitig erkannt. Aus Sorge um die Energiesicherheit, um Umwelt und Klima, aber auch mit Blick auf neue Marktchancen entwickelt sich rasch Handlungsdruck für die Politik. Dabei gehören nicht nur Bürger und Verbraucher, sondern auch Wirtschaft und Unternehmen zu den Antreibern. Anfangs sind es nur lokale und regionale Initiativen, schnell wird jedoch eine kritische Masse von Befürwortern für einen nachhaltigen Wandel erreicht.

Qualitatives Wachstum und nachhaltige Wirtschaftsentwicklung stehen im Zentrum der politischen Bemühungen. Die globale Wirtschaft entwickelt sich weniger energie- und CO<sub>2</sub>-intensiv, aber dennoch robust. Schon der Stern-Review hat gezeigt, dass die Kosten und Risiken eines ungebremsten Klimawandels hoch sind und die Vorteile energischen klimapolitischen Handelns langfristig überwiegen.<sup>13)</sup> Da Verbraucher und Investoren Wandel auch als ökonomischen Vorteil erfahren, lässt sich ein umfassender Wechsel in na-

tionalen und internationalen Politik-Regimen erwirken. Energiepolitik setzt frühzeitig und systematisch ökonomische Anreize für sparsamen Energieeinsatz und Klimagas-Reduktion.

Unter den Bedingungen des Alternativ-Szenarios kommt es von allen Seiten zu starkem Veränderungsdruck. Obgleich es in der Folge zu beschleunigtem Strukturwandel kommt, verläuft die Wirtschaftsentwicklung insgesamt – also in Bezug auf das Gesamtwachstum – ähnlich wie im Trend-Szenario; die Kosten einer anspruchsvolleren Klimapolitik überschreiten die Kosten beschleunigten Klimawandels im Betrachtungszeitraum in der Dimension nicht. Das hohe Veränderungstempo führt zwar zu gesellschaftlich-politischen Spannungen, am Ende aber auch zu einem Durchbruch in der internationalen Klimapolitik. Herzstück der globalen Klimapolitik ist die Etablierung eines weltweiten Emissionshandels-

systems – zunächst in der EU, dann in immer mehr Ländern, einschließlich der USA und später China. Die Ausweitung des EU-Emissionshandels zu einem globalen Cap-and-Trade-System, aber auch verlässliche Rahmenregulierungen stimulieren Innovation und Investitionen in neue Technologien.

Die internationale Auktionierung von Emissionszertifikaten schafft finanzielle Mittel für eine breite Beteiligung der Schwellen- und Entwicklungsländer am technologischen Wandel. Alternative Energie-Technologien einschließlich geologischer CO<sub>2</sub>-Einspeicherung (CCS) breiten sich schnell über alle Erdteile aus.<sup>14)</sup> Bis 2030 flacht die Nachfragekurve nach zusätzlichen fossilen Energieträgern weitgehend ab.

Dem Verkehrssektor werden immer strengere Effizienz- und Emissionsstandards bis hin zu Nullemissionsfahrzeugen, aber auch wirksame fiskalische

<sup>13)</sup> Vgl. Nicolas Stern, The Economics of Climate Change. The Stern Review, Cambridge 2007, insbesondere Part II und Part III. Sir Nicolas Stern, ehemaliger Weltbank-Ökonom, der im Auftrag der britischen Regierung im Jahre 2006 einen Bericht zu den ökonomischen Kosten, Risiken und Chancen des Klimawandels erstellt hat.

<sup>14)</sup> Zu den Grundlagen und Perspektiven von CCS vgl. Manfred Fischeidick et al., Geologische CO<sub>2</sub>-Speicherung als klimapolitische Handlungsoption. Technologien, Konzepte, Perspektiven, in: Wuppertal Spezial 35, Wuppertal 2007.

tionen bleiben aus oder können sich nicht durchsetzen. Wichtigste Nachhaltigkeitsstrategie beim Automobil ist eine effizientere Nutzung konventioneller Kraftstoffe. Dennoch wird der globale Kraftstoff-Konsum in den nächsten zwei Jahrzehnten etwa um zwei Drittel zunehmen. Die einzige alternative Kraftstoff-Option, die überhaupt einen substanziellen Beitrag zur Energieversorgung des motorisierten Straßenverkehrs leistet, sind biogene Kraftstoffe. Das globale Verkehrssystem stützt sich damit weiterhin fast ausschließlich auf flüssige Kraftstoffe. Neue Mobilitätsdienstleistungen, die auf eine stärkere Multimodalität ausgerichtet sind, setzen sich nicht wirklich durch.

Das Trend-Szenario lässt sich am ehesten durch Begriffe wie „kontinuierliche Erneuerung“ oder „Anpassung an neue Herausforderungen“ charakterisieren; etwas weniger positiv mit Bezeichnungen wie „(Krisen-)Bewältigung des Alltags“ oder aus kurz- bis mittelfristigen Gründen „(nur) auf das Bekannte setzen“. Es entspricht einem „Handeln in gewohntem Rahmen und mit bekannten Reaktionsmustern“. Ohne fundamentale Innovationen oder technische Durchbrüche bei Fahrzeug- und Kraftstoff-Technologie kann man es am besten durch „Automobile Anpassung“ charakterisieren.

### Trend-Szenario Automobile Anpassung

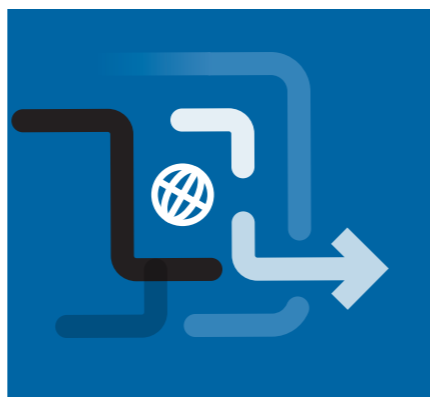


Anreize vorgegeben. Der Automobilbau sowie die Kraftstoff-Erzeugung und -Bereitstellung erfahren deutliche Veränderungen. Die breite Verfügbarkeit von sauberen Energien ermöglicht zunehmend auch elektrische Antriebe – zunächst Hybrid, dann rein elektrische Fahrzeuge sowie schließlich auch Wasserstoff. Allerdings bleibt im Betrachtungszeitraum bis 2030 weiterhin offen, welche Alternative sich letztendlich in einem noch fernen postfossilen Mobilitätszeitalter durchsetzt.

Mobilität und Fahrverhalten passen sich den neuen Entwicklungen an, setzen teilweise aber auch entsprechende neue Anforderungen. Im Grundsatz wird das heutige Mobilitätsverhalten hierbei – wie im Trend-Szenario – jedoch nicht aufgegeben; es besteht weiterhin eine große Mobilitätsnachfrage. Durch den Einsatz eines breiten umwelt- und klimapolitischen Instrumentariums wird Multimodalität gefördert; aber Besitz und Nutzung von Pkw erfahren keine bruchartigen Veränderungen.

Das Alternativ-Szenario ist am ehesten durch Begriffe wie „neue Pfade und Problemlösungsstrategien“ oder „aktive Gestaltung der Zukunft“ charakterisiert. Es entspricht einem „international abgestimmten Handeln mit Risikobereitschaft zu neuen Lösungen“ und einem großen Drang zu technologischen Erneuerungen. Die erfolgreiche Suche nach neuen Alternativen führt zu einer „Auto-Mobilität im Wandel“.

### Alternativ-Szenario Auto-Mobilität im Wandel



### SOZIOÖKONOMISCHE RAHMENDATEN FÜR DEUTSCHLAND BIS 2030

#### Demografie, Erwerbsbevölkerung und Privathaushalte

Die Einwohnerzahl Deutschlands geht langfristig zurück, bis 2030 um knapp 3,7 Mio. auf 78,5 Mio. Personen. Dieser Rückgang geht einher mit deutlichen Verschiebungen in der Altersstruktur (vgl. Abbildung 4): Der Anteil der über 65-Jährigen an der Bevölkerung steigt von derzeit 20% auf 28%. Spiegelbildlich sinkt der Anteil der unter 20-Jährigen um drei Prozentpunkte auf 16%. Der Gesamtlaskoeffizient, der diese beiden Altersgruppen in Relation setzt zu den Personen im erwerbsfähigen Alter, steigt um sechs Prozentpunkte auf 45% an. Dieser Anstieg könnte sich dadurch abschwächen, dass aus der deutlich zunehmenden Altersgruppe der 65- bis 70-Jährigen zukünftig mehr Menschen arbeiten (müssen) als heute.

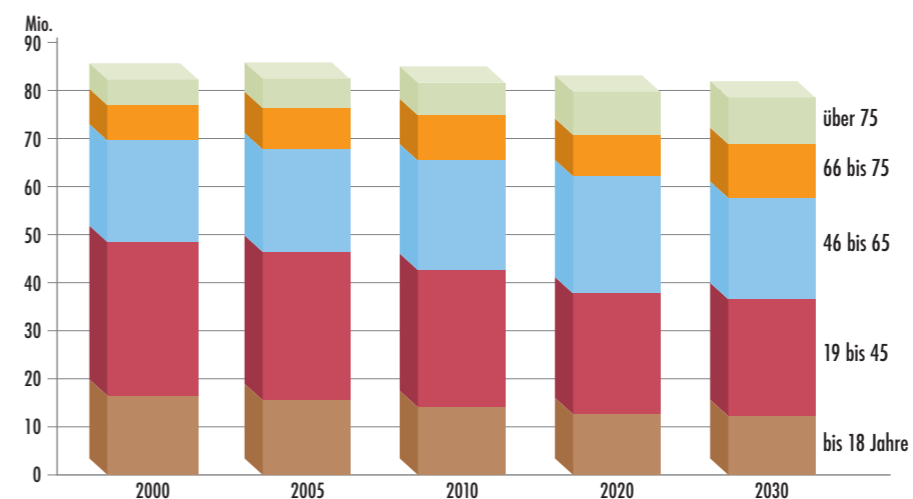
Hinter diesen Veränderungen steht eine anhaltend niedrige Geburtenrate von knapp 1,4 Kindern je Frau sowie eine weiter steigende Lebenserwartung. Im Jahr 2030 beträgt diese für Neugeborene bei Frauen rund 86 Jahre, bei Männern rund 82 Jahre. Überdies setzt sich die

niedrige Nettozuwanderung der jüngeren Vergangenheit fort: In der Annahme, dass der Außenwanderungssaldo mit zeitlicher Verzögerung auf Veränderungen der deutschen Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter reagiert, erfolgt in den kommenden Jahren nur eine geringe Zuwanderung von etwa 20.000 Personen; erst zwischen 2027 und 2030 sind mit jährlich gut 280.000 Personen die größten Wanderungsgewinne zu verzeichnen.<sup>15)</sup> Möglich wird dies, weil in den Zuwanderungsbestimmungen zukünftig neben humanitären Gesichtspunkten auch Arbeitsmarkterfordernisse stärker Berücksichtigung finden.

Für Arbeitgeber wird es zunehmend schwieriger, freie Stellen mit qualifizierten Mitarbeitern zu besetzen. Denn einerseits sinkt das Arbeitskräfteangebot insgesamt, andererseits werden gerade junge Arbeitskräfte trotz der Zuwanderung deutlich knapper. Eine höhere Erwerbsneigung von Frauen und längere Lebensarbeitszeiten können der Verknappung des Arbeitskräfteangebotes nur begrenzt entgegenwirken. Trotz steigender Erwerbsquoten sinkt die Zahl der potenziell Erwerbstätigen bis 2030 um knapp 10%. Bei unveränderter Erwerbsquote läge der Rückgang sogar bei 14%.

Der demografische Wandel wird sich auf nahezu alle Lebensbereiche auswirken; dazu gehören insbesondere auch Zahl und Struktur der privaten Haushalte. Private Haushalte sind wichtige Konsumenten und in der Regel auch relevante Entscheidungseinheiten für die Anschaffung von langlebigen Investitionsgütern wie Automobilen. Die Entwicklung der Privathaushalte ist durch einen langfristigen Trend zu kleineren Haushalten geprägt. Lag die durchschnittliche Haushaltsgröße vor 50 Jahren noch bei rund drei Personen, sind es heute gerade noch zwei Personen pro Haushalt. Für die Zukunft wird eine Fortsetzung des Trends zu kleineren Haushalten

④ **Bevölkerung Deutschlands nach Altersklassen**



Quelle: Statistisches Bundesamt; eigene Darstellung

<sup>15)</sup> Ausschließlich in diesem Punkt unterscheidet sich die Bevölkerungsprognose von der aktuellen des Statistischen Bundesamtes (11. koordinierte Bevölkerungsvorausrechnung; November 2006). In letzterer wird die Nettozuwanderung als eine exogene Konstante gesetzt (in den Varianten x-W1 jeweils mit 100.000 und x-W2 mit 200.000 Personen Nettozuwanderung). Im Übrigen wurde die Variante 1 mit „annähernd konstanter Geburtenhäufigkeit bei 1,4“ (durchschnittliche Kinderzahl je Frau) und der „Basisannahme zur Lebenserwartung“ (Lebenserwartung neugeborener Jungen im Jahr 2050: 83,5 Jahre; Lebenserwartung neugeborener Mädchen im Jahr 2050: 88,0 Jahre) übernommen.



erwartet. Die Bedeutung von Einpersonenhaushalten, die heute vor allen anderen Haushaltsgrößen liegen, und Zweipersonenhaushalten wird weiter steigen. Das bedeutet weniger Familien- und mehr Seniorenhaushalte oder häufigere separate Haushaltsführung aufgrund beruflicher Mobilität.<sup>16)</sup>

Die wichtigsten Bevölkerungstrends bis 2030 sind durch die Vergangenheit weitestgehend vorherbestimmt und folglich szenario-unspezifisch. Daher ist die Entwicklung von Bevölkerung, Erwerbspersonen und Privathaushalten in Deutschland in beiden Szenarien gleich.

**Wirtschaftswachstum und -struktur**

Die Wirtschaft wächst in Deutschland bis 2030 real (d.h. zu konstanten Preisen) mit durchschnittlich 1,1% p.a., wobei sich das Wachstum im Zeitablauf zusehends abschwächt, vor allem aufgrund der ungünstigen Bevölkerungsentwicklung. In der Pro-Kopf-Betrachtung liegt Deutschland mit einer Wachstumsrate von 1,3% p.a. gleichauf mit anderen großen europäischen Ländern wie Frankreich und Großbritannien und etwas unter dem Durchschnitt der EU-Länder (1,5% p.a.).

Weniger Einwohner bedeuten eine geringere Güter- und Dienstleistungsnachfrage. Zugleich wird das Arbeitskräfteangebot limitiert, was in Verbindung mit sinkender Arbeitslosigkeit zu einem vergleichsweise starken Einkommensanstieg führt. Mittel- und langfristig trägt dadurch

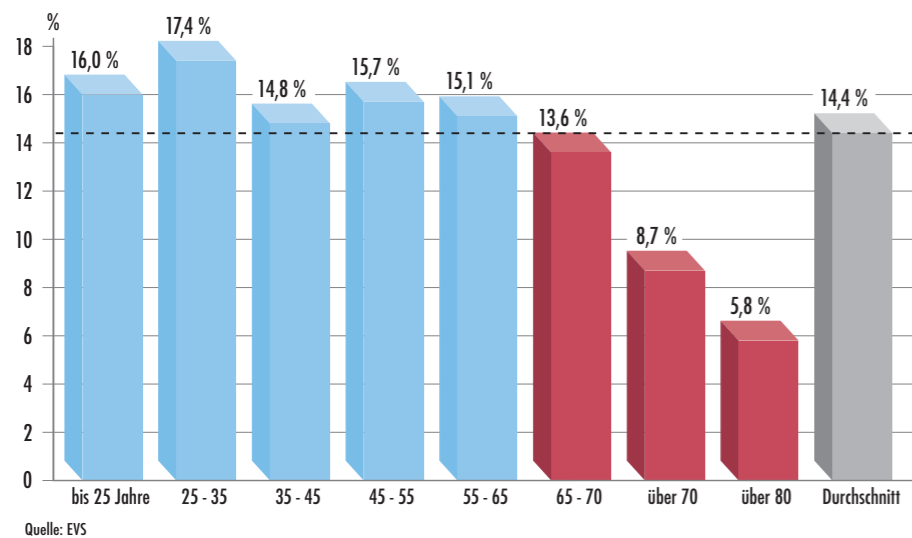
der private Konsum stärker als in der Vergangenheit zum BIP-Wachstum bei. Während der Export hierdurch relativ an Bedeutung verliert, unterstützt ein stärkeres Konsumwachstum den Trend in Richtung Dienstleistungs- und Wissensgesellschaft. Auf der anderen Seite sind jedoch verstärkte Investitionen erforderlich, um den Mangel an Arbeitskräften zumindest teilweise abzufedern.

Mittel- bis langfristig hängt die wirtschaftliche Dynamik aber nicht nur von Arbeitskräfteangebot und Kapitalbildung ab. Auch technischer Fortschritt, Wirtschaftsstrukturen und einzelne Wirtschaftsbereiche beeinflussen das Wirtschaftswachstum. Unter allen Wirtschaftsbranchen gehört die Automobilindustrie heute zu den wichtigsten Leitsektoren der deutschen Volkswirtschaft. Aufgrund technischer Innovationsstärke, aber auch dank zusätzlicher Innovationsanreize kann sie das Alternativ-Szenario „Auto-Mobilität im Wandel“ aktiv mitgestalten und auch dort eine starke internationale Wettbewerbsposition halten.

Quantitative Wachstumsdifferenzen werden in den folgenden Mobilitätsszenarien vernachlässigt. Da in beiden Szenarien das gleiche Bruttowertschöpfungswachstum erzielt wird, aber mit anderen Produkten, unterscheidet sich die Wirtschaftsstruktur gleichwohl zunehmend. Im Alternativ-Szenario werden mehr Mittel in Investitionen für Klimaschutz-Technologie gesteckt und es wird weniger für den Import von Energieträgern aufgewendet.

Die Umsetzung anspruchsvoller Klimaziele beansprucht erhebliche volkswirtschaftliche Ressourcen. In einem globalen Blueprints-Umfeld profitiert die deutsche Volkswirtschaft jedoch von ihren frühzeitigen Bemühungen um den Klimaschutz und von ihrem Know-how in Effizienztechnologien sowie bei erneuerbaren Energien. Beim Automobil, aber auch in anderen Branchen gewinnen Produkte an Bedeutung, die dazu beitragen, Ressourcen und Treibhausgas-Emissionen einzusparen oder erneuerbare Energien und nachwachsende Rohstoffe zu nutzen.

**5 Verkehrsausgaben nach Alter: Anteile am Privatkonsum 2003**



**Einkommen und Mobilitätsausgaben**

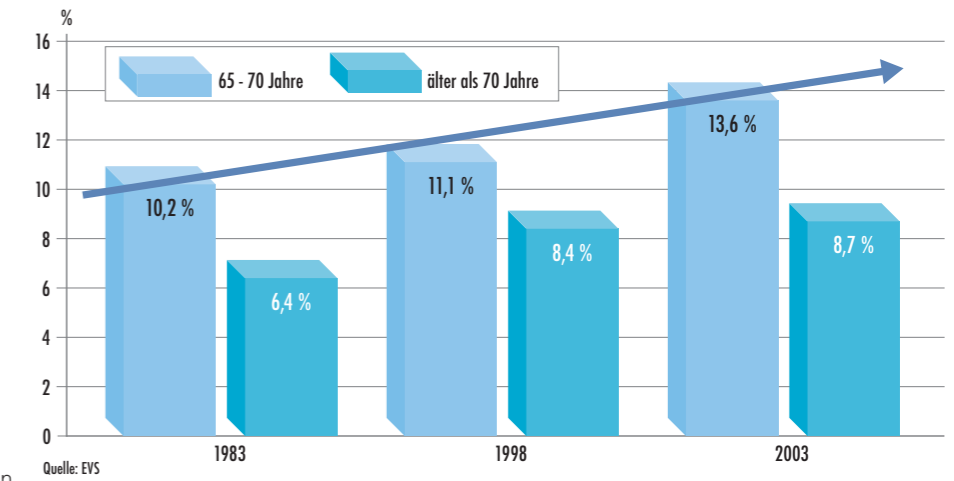
Das gesamtwirtschaftliche Wachstum führt bis 2030 zu einem Anstieg des verfügbaren Einkommens der privaten Haushalte um real – also bereinigt um Preissteigerungen – 1,2% p.a. Pro Kopf entspricht dies einer Zunahme des jährlichen Einkommens um 6.500 Euro zwischen 2008 und 2030, es liegt dann im Durchschnitt bei etwas über 23.000 Euro (in Preisen von 2000). Das Pro-Kopf-Einkommen bzw. das Einkommensniveau gilt weiterhin als wichtiger Bestimmungsfaktor für die Pkw-Nutzung; die Entwicklung des Pkw-Bestands dürfte hiervon allerdings weitgehend unberührt bleiben.

Den größten Ausgabenblock im Budget der Privathaushalte stellen heute die Ausgaben für das Wohnen dar; danach folgen jedoch bereits Ernährung und Verkehr. Unter den Ausgaben für Verkehr dominiert das Automobil. Dabei haben die privaten Haushalte in den letzten Jahren etwa 3 bis 4% ihrer Konsumausgaben auf Kraftstoffe verwendet.<sup>17)</sup>

Im Durchschnitt besitzt jeder der rund 40 Millionen deutschen Haushalte mehr als ein Auto. Der Pkw ist erste Wahl über alle Verkehrszwecke – wie Beruf, Einkauf, Dienstreise, Freizeit oder Urlaub – und erbringt allein heute rund vier Fünftel der Personenverkehrsleistung in Deutschland. Für die künftige Entwicklung der Haushaltsausgaben für Verkehr und Automobil sind zwei Effekte zu berücksichtigen:

**Altersstruktureffekt:** Die Ausgaben der Privathaushalte für Verkehrszwecke liegen heute bei etwa 14% (vgl. Abbildung 5). Dabei variieren die Verkehrsausgaben je nach Altersklasse. Während jüngere und mittlere Altersgruppen überdurchschnittlich viel für Mobilität ausgeben, sinken die Ausgaben in höherem Alter deutlich. So geben Hochaltrige nur noch knapp 6% ihres Haushaltseinkommens für Mobilität aus.

**6 Verkehrsausgaben nach Kohorten: Anteile am Privatkonsum**



aus. Wenn die Bevölkerung aber immer älter wird, muss davon ausgegangen werden, dass die Ausgaben für Verkehrszwecke insgesamt, und damit auch für das Automobil sinken. Stattdessen nehmen zum Beispiel die relativen Ausgaben für Gesundheit zu.<sup>18)</sup>

**Kohorteneffekt:** Dem Altersstruktureffekt entgegen wirkt der Kohorteneffekt. Aus einer dynamischen Betrachtung ergibt sich, dass Personen der Altersklasse 65 bis 70 Jahre 1983 gerade einmal 10% für Verkehrszwecke ausgaben; 20 Jahre später waren es bereits gut 3% mehr (vgl. Abbildung 6). Die Sozialisierung – mit oder ohne Auto – unterscheidet sich in den Altersgruppen höheren Alters immer noch sehr stark. Spätere Jahrgänge (Kohorten) sind mobiler als frühere Jahrgänge und geben im Vergleich mehr Geld für Mobilität aus. Dieser Kohorteneffekt wird weiter anhalten. Da Ältere jedoch nur unterdurchschnittliche Verkehrsausgaben tätigen, kann der Kohorteneffekt die Altersstruktureffekte nicht vollständig ausgleichen.

In Übereinstimmung mit den Annahmen zu Wirtschaftswachstum und -struktur entwickeln sich Einkommen und Konsum der privaten Haushalte in beiden Szenarien ähnlich. Jedoch unterscheiden sich auch hier die Ausgabenstrukturen: Im Alternativ-Szenario geben die Haushalte mehr für Investitionen in Energieeinsparung und erneuerbare Energien aus und weniger für Kraft- und Brennstoffe.

<sup>17)</sup> Statistisches Bundesamt, Energieverbrauch der privaten Haushalte, Wiesbaden 2008, S.13.

<sup>18)</sup> Statistisches Bundesamt, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2003 (EVS 2003), Wiesbaden 2005; die neuste EVS 2008 wurde im 4. Quartal 2008 durchgeführt, die Ergebnisse sollen voraussichtlich Ende 2009 oder Anfang 2010 vorliegen.

<sup>16)</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt, Entwicklung der Privathaushalte bis 2025. Ergebnisse der Haushaltsvorausberechnung 2007, Wiesbaden 2007.



# AUTO-MOBILITÄT UND PERSONENVERKEHR IN DEUTSCHLAND BIS 2030

## GRUNDLAGEN, METHODEN, ABLAUF

Mobilität der Zukunft muss in ihrem globalen und sozioökonomischen Kontext betrachtet werden. Wie aber entwickelt sich nun Auto-Mobilität in Deutschland bis zum Jahr 2030? Dazu werden im Folgenden die beiden zentralen Kenngrößen für Auto-Mobilität – die Motorisierung der Bevölkerung mit Pkw sowie deren Fahrleistungen – systematisch untersucht.

Anliegen der Shell Pkw-Szenarien ist es, die Entwicklung des Pkw-Verkehrs nicht isoliert zu betrachten, sondern diesen – im Hinblick auf die motorisierten Landverkehre<sup>18)</sup> – im Gesamtzusammenhang aller Verkehrszweige (Modi) zu sehen. Durch eine iterative, das heißt schrittweise rückgekoppelte Abstimmung der Ergebnisse verschiedener Herangehensweisen wird bei den Prognosen größtmögliche Konsistenz und Plausibilität angestrebt. Struktur und Ablauf der Szenario-Prognosen sind in Abbildung 7 dargestellt.

Die Prognosen im Rahmen der Shell Pkw-Szenarien weisen wiederum zwei wesentliche Merkmale auf:

- Erste Besonderheit ist eine Analyse und Prognose geschlechts- und altersgruppenspezifischer Motorisierungsgrade. Hierdurch kann die zukünftige Ausstattung einzelner Bevölkerungssegmente mit Pkw erheblich besser abgeschätzt werden, als wenn dies mit einer pauschalen Abschätzung eines einzigen Motorisierungsgrads (üblicherweise Pkw je 1.000 Einwohner oder je 1.000 Einwohner im fahrfähigen Alter) erfolgt. Denn bei einer pauschalen Prognose überlagern sich die Effekte unterschiedlicher Motorisierungsgrade je Altersgruppe und die Altersstrukturverschiebungen, so dass eine kausale Begründung von Prognoseannahmen kaum möglich ist.
- Zweite Besonderheit ist eine Abschätzung der Pkw-Fahrleistungen über altersgruppenspezifische durchschnittliche Jahresfahrleistungen. Spätestens seit der Erhebung „Mobilität in Deutschland“<sup>19)</sup> aus dem Jahr 2003 ist empirisch belegt, dass die altersgruppenspezifischen Pkw-Fahrleistungen deutliche Unterschiede aufweisen.

Diese beiden Annahmenbereiche führen als erster Baustein der Shell Pkw-Szenarien in einem „Bottom-Up-Ansatz“, also von den einzelnen Bevölkerungssegmenten und vom Pkw-Verkehr herkommend, zu den elementaren ersten Ergebnisgrößen der Shell Pkw-Szenarien, nämlich zum Pkw-Bestand und zu den Pkw-Fahrleistungen insgesamt. Sie bilden später die Grundlage der weiteren Differenzierungen nach Antriebsarten und damit zu den Szenarien-Entwicklungen des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Die Fokussierung auf den Pkw-Verkehr muss im Rahmen der Erarbeitung von Langfrist-Szenarien allerdings in die gesamte Mobilitätsentwicklung der deutschen Bevölkerung – bzw. exakter: der in

Deutschland lebenden Wohnbevölkerung – eingebettet sein. Daher werden alle Prognosen mit einem gesamtmodalen „Top-Down-Ansatz“ gegengeprüft, bei dem zunächst die gesamte Mobilitätsnachfrage der Bevölkerung für alle motorisierten Landverkehrszweige (Individualverkehr, öffentlicher Verkehr) zusammen prognostiziert und anschließend auf die einzelnen Verkehrszweige aufgeteilt wird. Drittes Kernelement und Schwerpunkt der vorliegenden Shell Pkw-Szenarien ist es, alternative Zukünfte für konventionelle und alternative Antriebe sowie deren Auswirkungen auf den Kraftstoff- bzw. Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu explorieren.

Vor diesem Hintergrund besteht der Prognoseansatz im Rahmen der Shell Pkw-Szenarien aus drei Modulen:

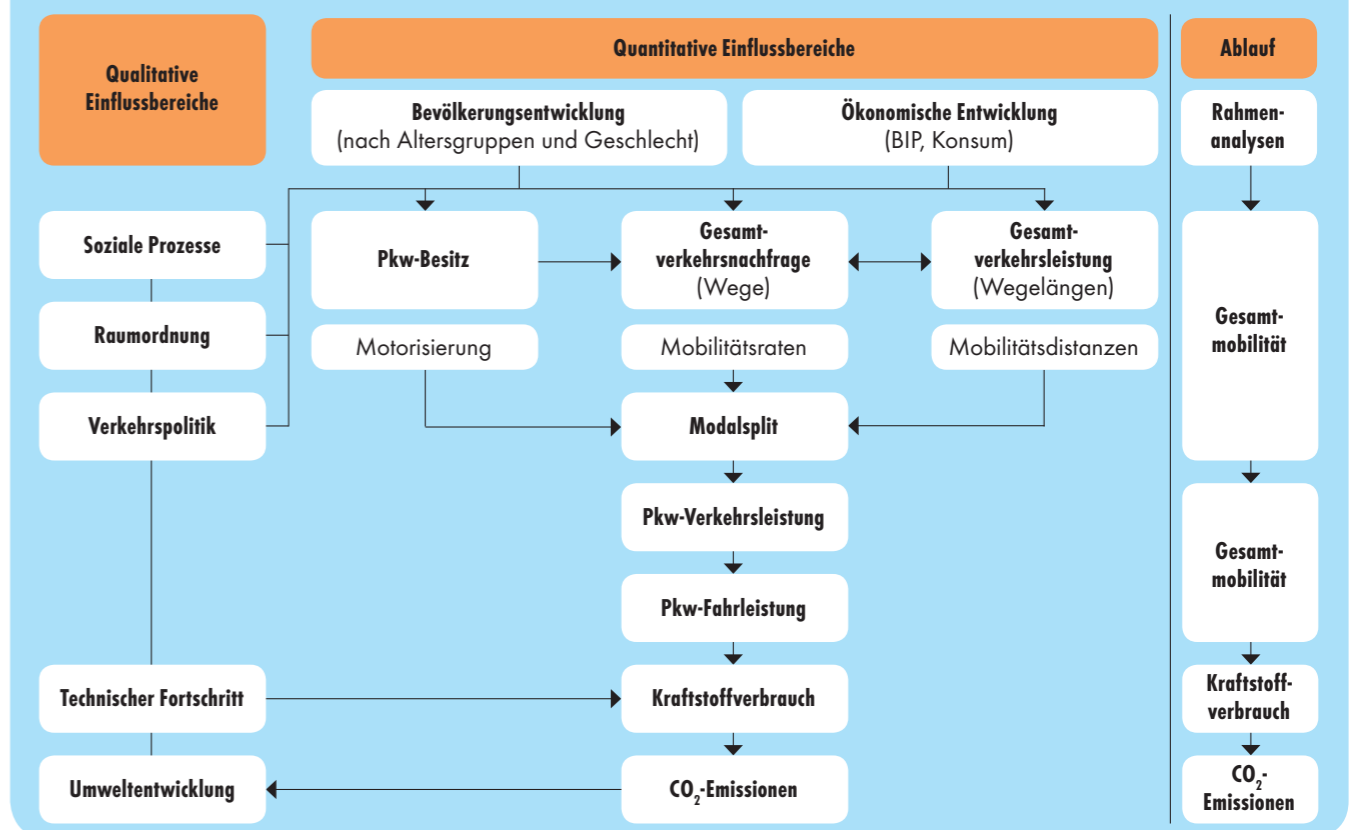
- Modul 1: Entwicklung der Pkw-Bestände und -Fahrleistungen privater Halter nach Geschlecht und Altersgruppen sowie nicht-privater Halter insgesamt (Bottom-Up-Modul zum Pkw-Verkehr);
- Modul 2: Gesamtmobilitätsentwicklung im motorisierten Verkehr in Deutschland mit Pkw, Krafträdern,

Bussen und Bahnen (Top-Down-Modul zur Gesamtmobilität und zum Modalsplit);

- Modul 3: Entwicklung des Pkw-Bestands, des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Antriebs- bzw. Kraftstoffarten (Pkw-Modul).

Die Szenarien stützen sich generell auf die Entwicklung zentraler sozioökonomischer Leitdaten ab. Dabei werden die beiden Module 1 und 2 zunächst unabhängig voneinander bearbeitet: Einerseits erfolgt die detaillierte Analyse und Prognose der Motorisierungsentwicklung als Verhältnis von Pkw-Bestand zu Bevölkerungssegmenten. Sie spiegelt nach Altersgruppen und Geschlecht differenziert die Entwicklung der Pkw-Verfügbarkeit wider und ist damit eine zentrale Erklärungsgröße für den motorisierten Individualverkehr (MIV). Auf der anderen Seite stehen die Betrachtung der gesamtmodalen Verkehrsnachfrage sowie Überlegungen zur Entwicklung des Modalsplits, aus der sich die Verkehrsleistungsentwicklung im Pkw-Verkehr ableitet. Über den entfernungs-gewichteten Besetzungsgrad und die daraus resultierende Fahrleistung sowie über die durchschnittliche Jahresfahr-

### 7 Wirkungsgefüge und genereller Ablauf der Prognosen



<sup>18)</sup> Der Personen-Luftverkehr ist zwar ebenso wie Bus und Bahn ein wichtiger öffentlicher Verkehrsträger. Die 58,8 Mrd. Personenkilometer im Flugverkehr (2007) sind mit den landgebundenen Verkehren aber aus inhaltlichen und datentechnischen Gründen nur partiell vergleichbar; der Luftverkehr wird daher hier nicht weiter betrachtet.

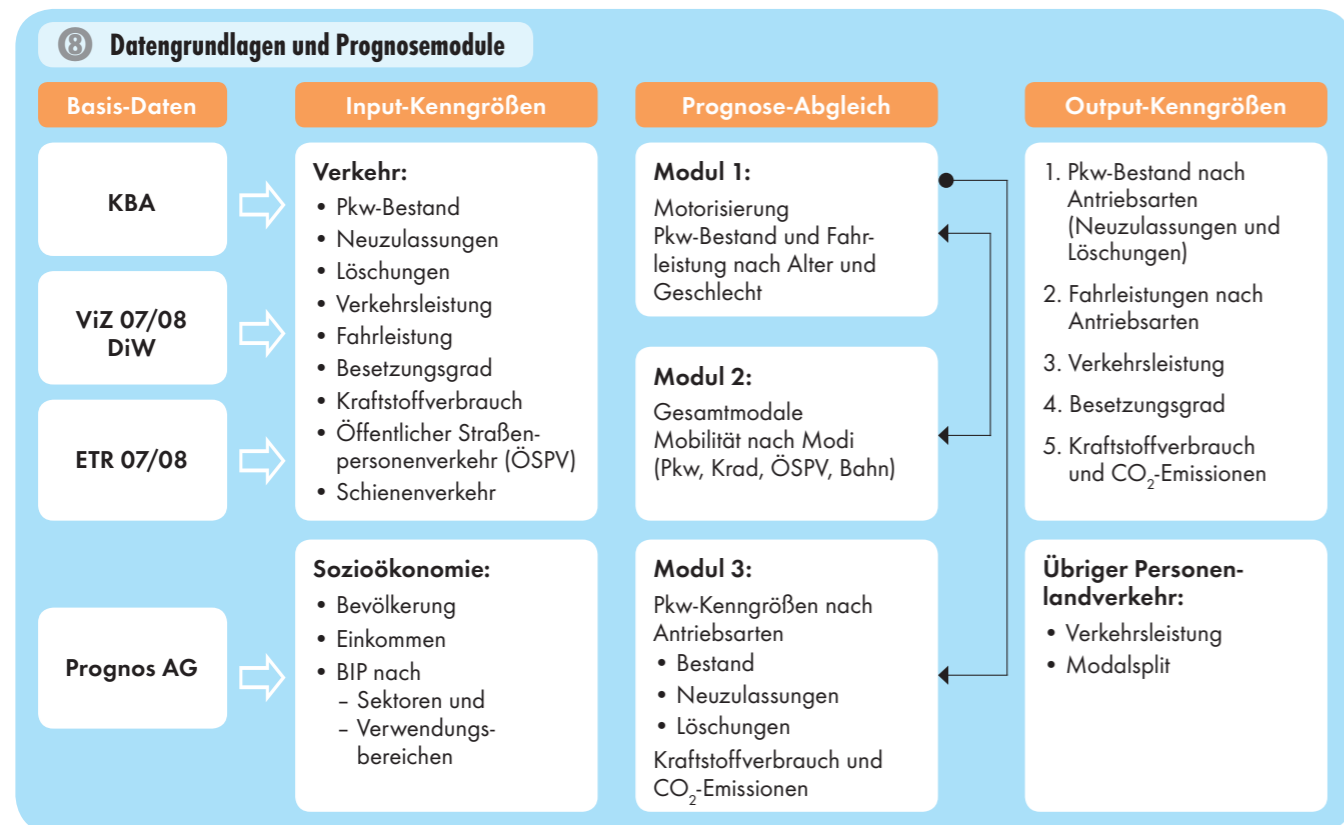
<sup>19)</sup> Vgl. DIW/infas, Mobilität in Deutschland 2002 (MiD 2002). Endbericht im Auftrag des BMVBS, Berlin/Bonn 2002, sowie dies., MiD 2002. Ergebnisbericht, Berlin/Bonn 2004. Neue Ergebnisse sollen im Sommer 2009 vorliegen. Siehe auch: [www.mobilitaet-in-deutschland.de](http://www.mobilitaet-in-deutschland.de)

leistung der Pkw werden die Ergebnisse beider Ansätze iterativ aufeinander abgestimmt. Wenn die Prognoseergebnisse gemäß den beiden Ansätzen vollständig aufeinander abgestimmt sind, erfolgt in Modul 3 die weitere Differenzierung von Pkw-Neuzulassungen (als Summe von Bestandsveränderungen und Fahrzeugstilllegungen) und des Pkw-Bestands nach Antriebsarten (in konventionelle sowie alternative Antriebe). Daraus resultieren in Verbindung mit Annahmen zur zukünftigen Entwicklung der spezifischen Verbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen die Prognosen zum Kraftstoffverbrauch und der CO<sub>2</sub>-Emissionen insgesamt.

Abbildung 8 gibt einen Überblick über die wichtigsten Datengrundlagen, die Analyse-Kenngrößen (Inputs), die einzelnen Prognosemodule und deren prinzipielle Abstimmung sowie über die Ergebnis-Kenngrößen (Outputs). Die Ergebnisgrößen (Output) sind letztlich dieselben wie die verkehrlichen Inputgrößen. Bei den Datengrundlagen handelt es sich insbesondere um Angaben des Kraftfahrt-Bundesamts (KBA) zu den alters- und geschlechtsspezifischen Pkw-Beständen, -Zulassungen und -Löschungen, um Angaben des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) zu den Entwick-

lungen der Fahrzeugbestände und Fahrleistungen sowie zu allgemeinen verkehrlichen Kenngrößen (in „Verkehr in Zahlen“ (ViZ)), um Prognosen der ProgTrans AG aus deren aktuellem „European Transport Report 2007/2008“ (ETR 07/08) sowie um die sozioökonomischen Analyse- und Prognosedaten, welche die Prognos AG im Rahmen der Shell Pkw-Szenarien erarbeitet hat.

Die grundsätzlichen Überlegungen der „Szenarien der Mobilitätsentwicklung unter Berücksichtigung von Siedlungsstrukturen bis 2050“<sup>201</sup> wurden ebenfalls berücksichtigt; aufgrund der inzwischen schon nicht mehr aktuellen Datenbasis – insbesondere hinsichtlich der Leitdatenprognosen – konnten hieraus jedoch direkt keine Leitdaten- oder Verkehrsentwicklungsprognosen übernommen werden. Die Ergebnisse sind aus diesem Grund auch nicht direkt vergleichbar. Neuere Prognosen mit einem Zeithorizont bis mindestens zum Jahr 2030 liegen aktuell nicht vor. Stattdessen wurden die weiter vorne dargestellten und eigens für die vorliegende Untersuchung erarbeiteten Leitdaten herangezogen und die Prognosen zur Personenverkehrsentwicklung quantitativ völlig neu erarbeitet.



<sup>201</sup> Oeltze, Sven et al., Szenarien der Mobilitätsentwicklung unter Berücksichtigung von Siedlungsstrukturen bis 2050, Untersuchung unter der Federführung der Tramp GmbH im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Magdeburg 2006.

**PKW-PROGNOSE –  
MOTORISIERUNG UND FAHRLEISTUNGEN**

**Motorisierung der Bevölkerung nach Altersgruppen**

Die Motorisierung, ausgedrückt durch das Verhältnis von Pkw-Bestand zu Bevölkerung, zeigte in der Vergangenheit erhebliche Unterschiede zwischen Männern und Frauen und den verschiedenen Altersgruppen, und zwar sowohl hinsichtlich des Niveaus als auch bezüglich der Entwicklung. Insgesamt, im Durchschnitt über alle Altersgruppen, liegt die Motorisierung der Frauen heute mit 340 Pkw pro Tsd. bei 40% der Motorisierung der Männer.

Den nachfolgend nach Altersgruppen beschriebenen Prognosen liegen zwei wesentliche Basisannahmen zugrunde: Erstens gehen wir davon aus, dass sich die altersspezifischen Motorisierungsgrade der Frauen künftig der Tendenz nach den jeweiligen Motorisierungsgraden der Männer annähern, sie aber nicht erreichen, weil die Männer in einer Partnerschaft oder Familie weiterhin als Halter der Erstwagen auftreten werden. Zweitens erwarten wir, dass es bezüglich der altersgruppenspezifischen Mobilitätsraten Sättigungsgrenzen nach oben wie nach unten gibt; das bedeutet, dass steigende Motorisierungsgrade, die bereits heute in einigen Altersklassen bei den Männern über 1.000 Pkw pro 1.000 Einwohner liegen, nicht beliebig weiter steigen; und es bedeutet, dass abnehmende Motorisierungsgrade nicht bis auf Null sinken, das heißt in jeder Altersgruppe wird eine Basismotorisierung von mindestens 100 Pkw pro 1.000 Einwohnern als „normal“ betrachtet.

Im Folgenden werden die wichtigsten Fakten und Annahmen für die Motorisierungsprognose nach Altersgruppen kurz erläutert. Die Kern-Ergebnisse werden auf Seite 23 in Abbildung 9 (Tabelle) in Altersgruppen zu jeweils 10 Jahren synoptisch dargestellt.

**18 – 20** Die Motorisierung der jungen Männer und Frauen unter 20 liegt heute mit jeweils 178 Pkw pro Tsd. Männer und 129 Pkw pro Tsd. Frauen deutlich unter dem Durchschnitt. Die Motorisierung der jungen Frauen hat gegenüber ihren männlichen Altersgenossen in den letzten Jahren stark aufgeholt, insgesamt ist sie aber rückläufig. Es ist davon auszugehen, dass sich in dieser Altersgruppe, in der heute die meisten noch in der Ausbildung sind, immer weniger Personen einen eigenen

Pkw leisten können, und wir gehen bei den Prognosen davon aus, dass sich dieser Trend fortsetzt, wobei sich die Motorisierung der unter 20-jährigen Frauen weiter der Motorisierung der Männer dieser Altersklasse annähern wird. Das Verhältnis von weiblicher zu männlicher Motorisierung wird im Jahr 2030 auf knapp 80% prognostiziert.

**21 – 24** In der Altersgruppe der 21- bis 24-Jährigen sind die Entwicklungen und Erwartungen dazu ähnlich wie bei der jüngsten Altersgruppe – nur auf etwas höherem Niveau, vor allem bei den Männern. Wir nehmen an, dass die Motorisierung junger Männer von 238 auf nur noch 179 Pkw pro Tsd. fällt; bei den Frauen vollzieht sich eine parallele Entwicklung von 161 auf nur noch 127 Pkw pro Tsd. Frauen dieser Altersklasse. Die Frauen-Motorisierung steigt folglich leicht von heute 68% auf über 70% der Männer-Motorisierung in 2030.

**25 – 29** Auch die Motorisierung der 25- bis unter 30-Jährigen ist in der Vergangenheit rückläufig gewesen. Hierfür dürften neben grundsätzlichen ökonomischen Gründen – auch in dieser Altersgruppe stehen immer mehr Menschen in Deutschland noch in der Ausbildung – auch Gründe veränderter Lebensformen eine Rolle spielen. Viele dieser jungen Menschen wohnen noch zu Hause oder in Gemeinschaft mit anderen jungen Leuten, wo sich nicht jeder einen eigenen Pkw leisten kann, eventuell aber auch nicht jeder einen eigenen Pkw benötigt oder gar haben will (so genannte eco-boomers).

Die Prognosen gehen bei dieser Altersgruppe davon aus, dass die Motorisierung der Frauen bis 2030 etwa auf dem heutigen Niveau stagnieren wird, während die Motorisierung der Männer tendenziell abnimmt: Zwischen 2002 und 2006 ging die Motorisierung der Männer unter 30 von 657 Pkw auf 562 Pkw pro Tsd. Männer zurück. Sie wird bei deutlicher Abschwächung des rückläufigen Trends im Jahr 2030 einen Wert von rund 480 Pkw pro Tsd. Männer erreichen. Diese Tendenzen führen beim Verhältnis der weiblichen zur männlichen Motorisierung dazu, dass dieses in 2030 bei knapp 80% liegen wird.





**30–35** Die Motorisierung der Altersgruppe zwischen 30 und unter 35 Jahren weist gegenüber den jüngeren Altersgruppen als deutlichsten Unterschied auf, dass die Frauen-Motorisierung in der jüngeren Vergangenheit relativ stabil war. Die bereits deutlich rückläufige Motorisierung der Männer zwischen 30 und 34 wird bis 2020 weiter abnehmen, und zwar von knapp 755 Pkw pro Tsd. Männer heute auf rund 700 Pkw pro Tsd. Männer in 2020 und bleibt danach auf diesem Niveau bis 2030 stabil. Dagegen legt die Motorisierung der Frauen in dieser Altersgruppe leicht zu: von 479 Pkw pro Tsd. Frauen heute auf knapp 500 Pkw pro Tsd. Frauen 2030. Diese Entwicklung führt dazu, dass das Verhältnis der Frauen- zur Männer-Motorisierung auf 70% im Jahr 2030 ansteigen wird.

**35–39** Mit zunehmendem Alter steigt die Erwerbsbeteiligung und damit tendenziell auch das Einkommen, und entsprechend höher liegt die Motorisierung. Aber obwohl die Gruppe der 35- bis 39-Jährigen heute insgesamt nicht die höchste Motorisierung aufweist, ist die Motorisierung der Männer auch in dieser Altersklasse – wie in den übrigen jüngeren Altersklassen – in der Vergangenheit relativ deutlich rückläufig gewesen. Die Suche nach Erklärungen für dieses Phänomen ist sehr spekulativ. Es ist zu vermuten, dass diese Entwicklung mehrere Ursachen hat, z.B. veränderte Prioritäten beim Autobesitz und sonstigem Konsum, das Treffen auf Partnerinnen, die bereits einen Pkw besitzen, oder auch eine veränderte ökologische Einstellung mit einer bewussten Entscheidung gegen den Pkw-Besitz, wobei statistisch immer noch 87% der Männer dieser Altersklasse einen Pkw besitzen. Hingegen stieg der Motorisierungsgrad der Frauen kontinuierlich an, womit sich die Motorisierung von Frauen und Männern einander annäherte. Diese Trends werden sich fortsetzen: Die Frauen-Motorisierung wird demzufolge 2030 die Schwelle von 600 Pkw pro Tsd. Frauen überschreiten, während bei den Männern der Abwärtstrend ausläuft, so dass deren Motorisierung gegenüber dem heutigen Niveau nur noch schwach abnimmt und im Jahr 2030 rund 850 Pkw pro Tsd. Männer erreicht.

**40–44** Im Vergleich zur Altersgruppe der 35- bis 39-Jährigen weist die Altersgruppe der 40- bis 44-Jährigen sehr ähnliche Entwicklungstendenzen auf. Auch hier bestimmte eine deutliche Zunahme der Frauen-Motorisierung in den letzten Jahren die Entwicklung der Motorisierung. Wir erwarten auch hier eine Fortsetzung der

Vergangenheitstrends, wobei zur leicht rückläufigen Tendenz der Männer-Motorisierung anzumerken ist, dass in diesem Alterssegment möglicherweise zunehmend auch andere Mobilitätsformen wie Städtereisen mit Schnellzügen oder günstige Flugangebote eine Rolle spielen. Während die Motorisierung der Männer nach unserer Erwartung unter 1.000 Pkw pro Tsd. Männer bleibt, steigt die Motorisierung der Frauen trendmäßig weiter an und erreicht im Jahr 2030 eine Motorisierung von knapp 680 Pkw pro Tsd. Frauen.

**45–49** Das Verhältnis der Motorisierung der Frauen zu derjenigen der Männer steigt (auch) in der hoch mobilen Altersgruppe der 45- bis 49-jährigen Personen kontinuierlich an. Die Entwicklung bei den Männern war in der Vergangenheit wechselhaft: Einem deutlichen Rückgang in der zweiten Hälfte der 90er Jahre – auf sehr hohem Niveau, bei dem statistisch jeder Mann einen Pkw und jeder zehnte einen Zweitwagen besitzt – folgte ein Wiederanstieg ab 2000. Die Männer-Motorisierung wird im Prognosezeitraum gehalten, während diejenige der Frauen weiter ansteigt, weil sie zunehmend die Halterin des eigenen Erst- oder Zweitwagens sein werden. Dabei weisen die Frauen dieser Altersgruppe aktuell bereits mit rund 650 Pkw je 1.000 Frauen die dritthöchste Frauen-Motorisierung aller Altersgruppen auf.

**50–54** Die Männer in der Altersgruppe der 50- bis 54-jährigen weisen mit 1.140 Pkw pro Tsd. Männer heute die höchste Motorisierung aller Altersklassen auf. Wir gehen davon aus, dass hier – in Annäherung an die Entwicklung bei den 45- bis 50-Jährigen – eine leichte Trendwende eintritt, weil sich dieses Alterssegment zunehmend auch noch andere Mobilität leistet. Trotz der unterstellten leichten Trendwende werden sie auch 2030 mit gut 1.100 Pkw pro Tsd. Männer die höchste Motorisierungsrate haben, weil spätestens in dieser Altersklasse der Pkw heute quasi zur Grundausstattung gehört. Die Motorisierung der Frauen in dieser Altersklasse entwickelte sich schon in der Vergangenheit dynamisch und erreicht mit der von uns prognostizierten Motorisierung von 790 Pkw pro Tsd. Frauen 2030 die zweithöchste Frauen-Motorisierung aller Altersklassen.

**55–59** Die Motorisierung der Frauen und Männer in der Altersgruppe der 55- bis 59-jährigen weist ebenfalls hohe geschlechtsspezifische Motorisierungsgrade auf. Während die Motorisierung der Männer

gemäß unseren Prognosen zukünftig abnimmt, was statistisch vor allem als Ausstieg aus dem Zweitwagen interpretiert werden könnte (den zunehmend Frauen halten), steigt sie bei den Frauen trendmäßig weiter an, weil immer mehr Frauen ihre Pkw aus jüngeren Altersgruppen mitbringen, und liefert mit gut 800 Pkw pro Tsd. Frauen im Jahr 2030 den Spitzenwert. Das Verhältnis zur Männer-Motorisierung in der Altersklasse der 55- bis 59-Jährigen beträgt dann vergleichsweise hohe 73%.

**60–64** Die Einschätzung, dass sich die sehr hohe Motorisierung der Männer mittleren Alters zukünftig reduzieren wird, unterstellen wir auch in der Altersklasse der 60- bis 64-Jährigen. Die Motorisierung sinkt demnach von heute 1.020 auf rund 976 Pkw pro Tsd. Männer im Jahr 2030. Den Verhältniswert von 68% an der männlichen Motorisierung erreichen die Frauen durch eine weiterhin kräftig steigende Motorisierung, die sie aus ihrer heutigen Altersklasse (der 40- bis 45-Jährigen) mitbringen, von heute 409 auf 666 Pkw pro Tsd. Frauen im Jahr 2030.

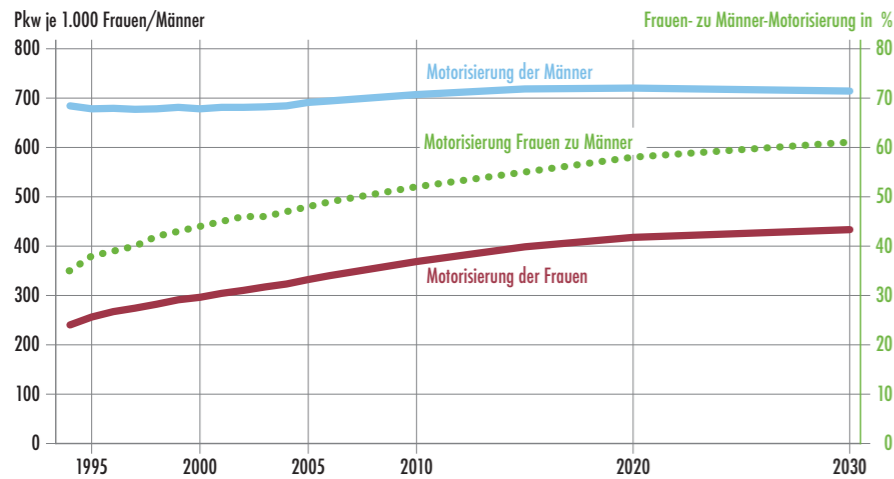
**65–69** Bei den 65- bis 69-jährigen Männern gehen wir davon aus, dass die Motorisierung – im Gegensatz zu den jüngeren und stärker motorisierten Altersklassen – bis zum Jahr 2020 noch trendmäßig weiter ansteigen und dann stagnieren wird, weil diese Männer bereits in ihrem jetzigen Alter sehr hohe Motorisierungsgrade aufweisen. Auch die Motorisierung der Frauen nimmt in dieser Altersklasse bis 2030 weiter zu, wenngleich ihr Anteil an der Motorisierung der Männer auch 2030 deutlich unter 60% bleiben wird (weil beide Geschlechter bei der Motorisierung noch zulegen). Bei den Frauen ist dies ebenfalls vor allem der Kohorten-Effekt, der daraus resultiert, dass die bereits in jüngeren Jahren angewöhnte hohe Motorisierung in die nächsten Altersgruppen mitgenommen wird.



**9 Motorisierung Männer und Frauen nach Altersgruppen in Pkw pro 1.000 Einwohner**

	2000		2005		2010		2015		2020		2030	
	M	W	M	W	M	W	M	W	M	W	M	W
<b>18–29</b>	518	319	378	252	344	242	335	240	317	233	313	231
<b>30–39</b>	870	495	829	510	802	519	786	529	779	537	778	550
<b>40–49</b>	1.013	551	1.028	612	1.032	653	1.037	685	1.028	700	1.026	721
<b>50–59</b>	1.054	440	1.126	557	1.124	631	1.118	690	1.111	729	1.102	797
<b>60–64</b>	943	274	998	383	1.011	469	1.008	538	997	591	976	666
<b>65+</b>	732	127	816	184	837	227	852	264	859	298	873	346
<b>Total</b>	678	296	691	332	707	368	718	398	720	417	714	433

**10 Motorisierung der weiblichen und männlichen Bevölkerung bis 2030**



Motorisierungsgrades erfahren die über 80-Jährigen. Gleichwohl liegt die Motorisierung in dieser Altersgruppe weiterhin deutlich niedriger als der jeweilige geschlechtsspezifische Durchschnittswert; denn in dieser Altersgruppe sind viele Menschen nur noch bedingt automobil. Die Frauen werden ihre Motorisierung bis 2030 zwar von 84 auf 200 Pkw pro Tsd. Frauen mehr als verdoppeln, bleiben aber dennoch weit unter dem Durchschnitt von 433 Pkw pro Tsd.

Frauen in allen Altersklassen. Auch die ab 80-jährigen Männer werden ihre Motorisierung von 556 auf rund 700 Pkw pro Tsd. Männer weiter erhöhen, erreichen damit aber ebenfalls nicht den Durchschnittswert der Motorisierung aller Männer.

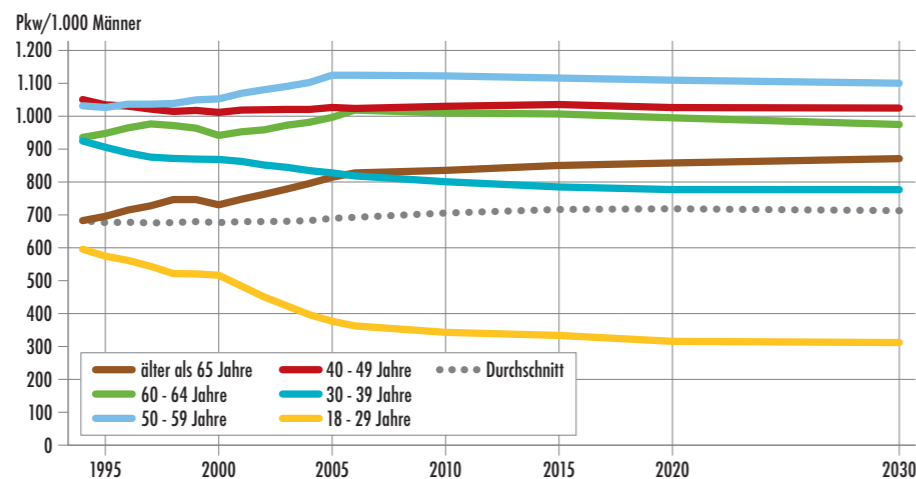
Eine zusammenfassende Darstellung der zuvor beschriebenen Analysen und Prognosen zur Motorisierungsentwicklung nach Geschlecht bietet Abbildung 10. Die Motorisierung der Männer wird im Durchschnitt nur noch wenig zunehmen und im Jahr 2030 sogar wieder etwas niedriger liegen als in den Jahren zuvor. Dies ist vor allem das Resultat der Annahme, dass die Motorisierung in den am stärksten motorisierten Altersklassen bei den Männern (zwischen 45 und 60 Jahren) nur noch bei rund 1.100 Pkw je 1.000 Männer liegt und damit leicht rückläufig sein wird, und weil die Männer in diesem Alter auch noch andere, nicht-automobile Mobilitätsformen

**70-74** Die Altersgruppe der 70- bis 74-jährigen Personen ist eine weitere Altersgruppe, in der die Motorisierung der Männer bis 2030 noch weiter in Richtung auf die Motorisierungsgrade, die diese Männer in ihren heutigen Altersgruppen aufweisen, zunehmen wird, nämlich von heute 867 auf rund 950 Pkw pro Tsd. Männer im Jahr 2030. Obwohl die Motorisierung der Frauen in dieser Altersklasse stärker steigt, werden sie mit rund 350 Pkw pro Tsd. Frauen in 2030 unterdurchschnittlich motorisiert sein und einen vergleichsweise kleinen Anteil an der Motorisierung dieser Altersklasse insgesamt haben.

**75-79** Die Motorisierung in der Altersgruppe der 75- bis 79-jährigen nimmt bei beiden Geschlechtern zu. Diese Entwicklung wird sich nach unserer Einschätzung auch in Zukunft fortsetzen. Dennoch bleiben die Frauen zwischen 75 und 79 mit 316 Pkw pro Tsd. Frauen 2030 unterdurchschnittlich motorisiert. Männer dagegen liegen mit 847 Pkw pro Tsd. Männer deutlich über dem Durchschnitt von 714 Pkw pro Tsd. Männer 2030. Dementsprechend niedrig fällt der Quotient zwischen der weiblichen und der männlichen Motorisierung aus; er liegt dann bei 37%.

**Über 80** Eine im Verhältnis zum Ausgangsniveau starke Dynamik in der Zunahme des

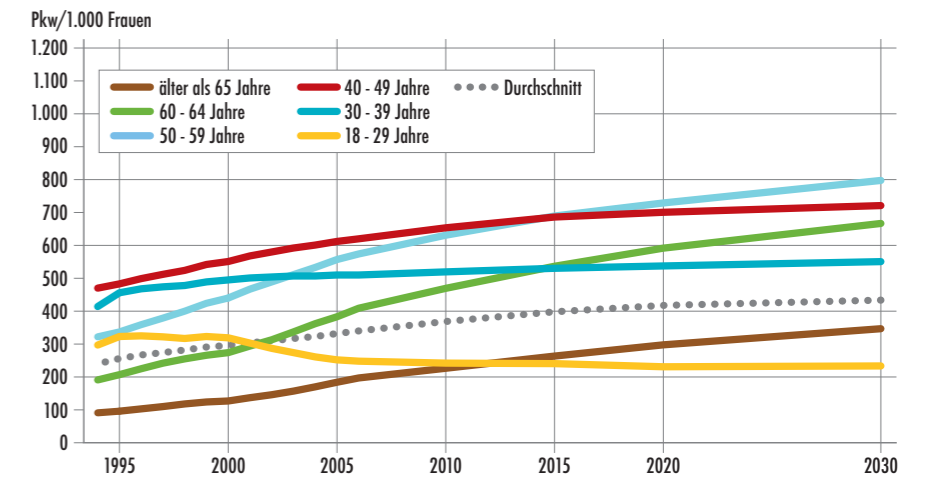
**11 Motorisierung der Männer nach Altersgruppen bis 2030**



stärker nutzen und ihre Partnerinnen ebenfalls bereits zunehmend einen Pkw besitzen. Die Motorisierung der Frauen wird insgesamt deutlich zunehmen (von heute etwa 340 auf gut 430 Pkw je 1.000 Frauen 2030), weil sie die schon seit einiger Zeit in den meisten Altersgruppen ansteigenden Motorisierungsgrade in die nächsten Altersklassen mitnehmen. Dieser Kohorteneffekt führt auch zu einem deutlichen Anstieg des Verhältniswerts von Frauen- zu Männer-Motorisierung, die schon in den vergangenen Jahren deutlich zugelegt hat (von 35 auf 49% zwischen 1994 und 2006). Im Jahr 2030 wird dieser Verhältniswert nach unseren Prognosen bei gut 60% liegen.

In den Abbildungen 11 und 12 sind die altersgruppenspezifischen Entwicklungen der Motorisierungsgrade für Männer und Frauen im Überblick dargestellt. Diese Abbildungen ermöglichen einen schnellen Vergleich der Entwicklungen in den Altersgruppen untereinander. Bei den Männern gibt es in den meisten Altersgruppen kaum noch Bewegung. Lediglich die unteren Altersklassen gehen leicht zurück, während vor allem die älteren Männer noch zulegen. Bei den Frauen dominieren Kohorteneffekte die Gesamtentwicklung. Die Motorisierung von Frauen in den Altersklassen über 50 Jahre legt kräftig zu, so dass es auch zu einem deutlichen Anstieg bei der Frauen-Motorisierung insgesamt kommt.

**12 Motorisierung der Frauen nach Altersgruppen bis 2030**

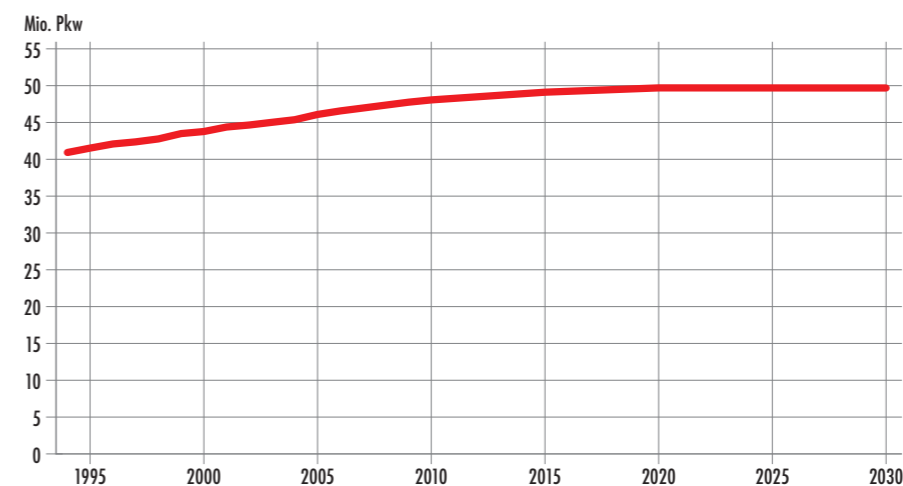


Insbesondere die 50- bis 64-jährigen Frauen sind damit Träger der „automobilen Emanzipation“.

**Entwicklung des Pkw-Bestands**

Die Kombination von Motorisierungs- und Bevölkerungsprognose ergibt die Prognosen des Pkw-Bestands nach Altersgruppen und - in Verbindung mit einer separaten Prognose des noch fehlenden Pkw-Bestands nicht-privater Haltergruppen (also „juristischer Personen“) - die Entwicklung des Pkw-Bestands in Deutschland insgesamt. Aus den Einzelprognosen zur Motorisierungsentwicklung nach Alter und Geschlecht ergibt sich, dass der Pkw-Bestand privater Halter in Deutschland zunächst weiter stark wachsen wird: Im Jahr 2020 werden 45,1 Mio. Pkw gegenüber 42,3 Mio. Pkw heute registriert sein. Danach wird der private Pkw-Bestand infolge des Rückganges der fahrfähigen Bevölkerung stagnieren bzw. auf 44,8 Mio. in 2030 leicht zurückgehen.

**13 Pkw-Bestand aller Haltergruppen in Deutschland bis 2030**



Zu den rund 42,3 Mio. Pkw privater Halter zu Beginn des Jahres 2007 kamen 4,35 Mio. Pkw im Besitz von juristischen Personen hinzu. Dabei handelt es sich um Pkw von Unternehmen sowie um Car-Sharing-Fahrzeugflotten. Auch wenn der Flottenmarkt bei den Neuzulassungen inzwischen große Bedeutung erlangt hat, war der Anteil von 9,3% nicht-privater an allen 46,6 Mio. Pkw in der Vergangenheit relativ stabil. Er wird dies auch in nä-

herer Zukunft bleiben, nämlich so lange, wie die Anzahl fahrfähiger Einwohner ebenfalls stabil bleibt. Mit dem Rückgang dieser Bezugsgröße wird der Anteil von Pkw juristischer Personen am gesamten Pkw-Bestand bis 2030 leicht zunehmen (auf knapp 10%). In absoluten Zahlen bedeutet das eine Zunahme der gewerblich gehaltenen Pkw-Flotte von 4,35 auf 4,87 Mio. Fahrzeuge.

Die Entwicklung des Pkw-Bestands aller Haltergruppen insgesamt ist in Abbildung 13 auf Seite 25 dargestellt. Der Pkw-Bestand steigt von 46,6 Mio. in 2006 auf 47,0 Mio. in 2007 auf 49,7 Mio. in 2020 an und stagniert danach auf diesem Niveau.

**Altersspezifische Pkw-Fahrleistungen und Gesamtfahrleistung**

Das Mobilitätsverhalten und damit auch die durchschnittliche Fahrleistung, die mit einem Pkw im Jahr erbracht wird, unterscheiden sich sowohl zwischen den Altersgruppen als auch zwischen Privat- und Firmenwagen. Im Jahr 2007 wurden von deutschen Pkw 588 Mrd. Fahrzeugkilometer zurückgelegt, was im Durchschnitt etwa 12.500 Kilometern<sup>21)</sup> je Pkw entspricht. Im Jahr 1994 betrug die durchschnittliche Fahrleistung je Pkw 12.900 Kilometer, im Jahr 2001 sogar knapp 13.100 Kilometer. Wir gehen davon aus, dass die durchschnittliche Jahresfahrleistung je Pkw in Fortsetzung des jüngeren Vergangenheitstrends im Prognosezeitraum weiter zurückgehen wird (auf 11.900 Kilometer im Jahr 2030), da ein zunehmender Pkw-Bestand der Tendenz nach etwas weniger genutzt wird, zumal hochmobile Verkehrsteilnehmer zunehmend auch andere schnelle Verkehrsmittel wie Flugzeuge und Fernzüge nutzen dürften.

Aus der Erhebung „Mobilität in Deutschland 2002“<sup>22)</sup> geht hervor, dass die Jahresfahrleistung der unter 30-Jährigen deutlich unter dem oben genannten Durchschnittswert liegt; wir schätzen, dass sie im Jahr 2007 bei knapp 9.000 Kilometern gelegen haben dürfte. Sie wird nach unserer Prognose zwar ansteigen, weil in dieser Altersgruppe die Motorisierung in den letzten Jahren ja deutlich zurückgegangen ist und der Restbestand der Pkw intensiver genutzt werden dürfte, wird aber den-

noch auch bis 2030 unter dem Durchschnitt der Jahresfahrleistung aller Altersgruppen bleiben.

Die höchste Jahresfahrleistung erbringen heute im Durchschnitt mit geschätzten 16.500 Kilometern die 30- bis 39-Jährigen, gefolgt von den 40- bis 49-Jährigen mit rund 15.200 Kilometern. Bei der am stärksten Pkw-mobilen Altersgruppe der 30- bis 39-Jährigen rechnen wir zur Kompensation der angenommenen nur geringfügigen Motorisierungssteigerung mit einem weiteren Anstieg der Jahresfahrleistungen, also einer intensiveren Nutzung der verfügbaren Pkw. Bei der hochmotorisierten Altersgruppe der 40- bis 49-Jährigen rechnen wir hingegen mit einem leichten Rückgang der mittleren Jahresfahrleistungen bis zum Jahr 2030, weil hier die Motorisierung noch recht deutlich ansteigen wird, vor allem bei den Frauen.

Bei den 50- bis 59-jährigen Personen lag die durchschnittliche Jahresfahrleistung mit schätzungsweise 12.200 Kilometern im Jahr 2007 nur wenig unter dem Gesamtdurchschnitt. In Anbetracht der sehr hohen Motorisierung dieser Altersgruppe gehen wir davon aus, dass hier entsprechend höhere Zweit- und Drittwagenbestände vorhanden sind, bei denen wir mit einer Tendenz zu niedrigeren durchschnittlichen Jahresfahrleistungen rechnen. Außerdem erwarten wir gerade von dieser Altersgruppe, dass sie ihre Mobilitätsbedürfnisse zunehmend multimodal erfüllen wird, zum Beispiel Dienstreisen oder Urlaubsreisen mit Hochgeschwindigkeitszügen oder mit dem Flugzeug. Daher erwarten wir für den sehr hohen Pkw-Bestand dieser Altersgruppe einen tendenziellen Rückgang der Jahresfahrleistungen auf knapp 12.000 Kilometer.

Deutlich niedrigere durchschnittliche Jahresfahrleistungen weisen heute Ältere mit 60 und mehr Jahren auf; wir schätzen sie auf unter 5.000 Kilometer, rechnen aber damit, dass sie aufgrund der stärkeren Pkw-Erfahrung zukünftig Gleichaltriger leicht auf etwa 5.500 Kilometer ansteigen werden.

Die Pkw nicht-privater Haltergruppen, also im weitesten Sinne Firmenwagen, haben nach unserer Schätzung eine deutlich höhere Jahresfahrleistung als der Durchschnitt der privat gehaltenen Pkw, wobei die Nutzungs-

art und -intensität solcher Firmen-Pkw eine sehr breite Streuung aufweisen dürfte. Im Mittel schätzen wir die durchschnittliche Jahresfahrleistung der Firmenwagen heute auf knapp 22.000 Kilometer, und wir gehen davon aus, dass dieser hohe Wert sogar im Mittel noch zulegt, nämlich auf 23.750 Kilometer im Jahr 2030. Vor allem die vielen kleinen Pkw-artigen Lieferfahrzeuge sorgen dafür, dass auch in diesem Segment die durchschnittliche Jahresfahrleistung zukünftig noch zunehmen wird – zum Beispiel durch Service-Verkehr für die immer älteren Bewohner im suburbanen Raum.

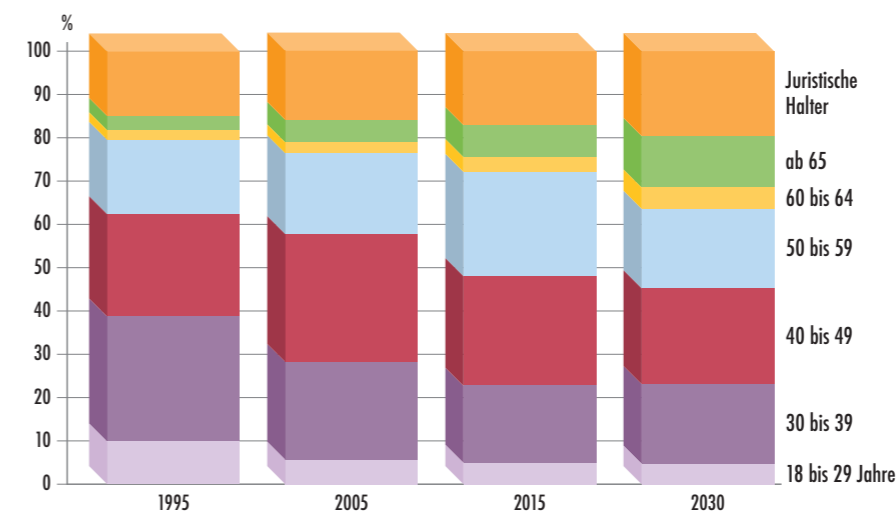
Da die Wanderungsbereitschaft älter werdender Umland-Bewohner weiterhin gering ist, kommt es auch bis 2030 nicht zu einer nennenswerten Reurbanisierung. Vielmehr hält der Trend zur Suburbanisierung weiter an, wenn auch gebremst; denn die Zahl junger Familien, bislang Hauptträger der Suburbanisierung, nimmt ab.<sup>23)</sup> Für Familien werden die alltäglichen Wege zur Arbeit, zum Einkauf und zur Begleitung der Kinder noch länger und gehen insgesamt mit wachsenden Aktionsradien dieser Altersgruppen einher. Diesem Trend stehen eine Reduktion von ÖPNV-Leistungen in den ländlichen Räumen (Schülerverkehr) und eine ÖPNV-Konzentration auf die Kerngebiete und nachfragestarke Regionalachsen gegenüber. Auch Preissteigerungen des ÖPNV aufgrund steigender Infrastrukturkosten lassen jüngere Familien eher den eigenen Pkw nutzen. Alles dies führt zu einer Umverteilung der Pkw-Fahrleistungen innerhalb der Altersgruppen. Insbesondere in der mobilitätsinten-

siven Altersgruppe der 30- bis 49-Jährigen dürfte die Nutzungsintensität des Pkw deutlich steigen. Die erwartete Zunahme der Single-Haushalte wird alle Altersgruppen betreffen, aber aus sehr unterschiedlichen Gründen erfolgen und damit auch mit unterschiedlichen Mobilitätskonsequenzen verbunden sein: Die jungen Singles dürften eine vergleichsweise hohe Mobilität – auch mit Pkw – aufweisen, was tendenziell die Pkw-Nutzung erhöht. Die älteren Singles dürften ihr Mobilitätsbudget tendenziell eher reduzieren oder auf öffentliche Verkehrsmittel verlagern.

Aus der Verknüpfung der altersgruppenspezifischen Pkw-Bestands- mit den altersgruppenspezifischen Nutzungsintensitätsprognosen (der je Pkw erbrachten durchschnittlichen Jahresfahrleistung) ergibt sich die Gesamtfahrleistung der Pkw. Diese betrug im Jahr 2007 knapp 588 Mrd. Fahrzeugkilometer und wird infolge der oben geschilderten Entwicklungen bis zum Jahr 2020 auf knapp 595 Mrd. ansteigen. Nach 2020 führen die stagnierende Bestandsentwicklung als Folge der dann rückläufigen Bevölkerungsentwicklung und die insgesamt rückläufigen durchschnittlichen Jahresfahrleistungen der Pkw zu einem leichten Rückgang der Gesamtfahrleistung im Jahr 2030 auf das Niveau des Jahres 2010, also gut 590 Mrd. Fahrzeugkilometer. Die Entwicklung der absoluten Pkw-Fahrleistungen ist in Abbildung 17 auf Seite 29 unten dargestellt.

Die Konsequenzen aller getroffenen Annahmen im Hinblick auf die Verteilung der Pkw-Fahrleistungen nach Altersgruppen (und auf die nicht-privaten Halter) zeigt Abbildung 14. Deutlich ist zu erkennen, dass die Pkw-Fahrleistungen zunehmend von älteren Menschen erbracht werden: 1995 hatten die unter 40-Jährigen noch einen Fahrleistungsanteil von knapp 40%; 2030 werden es nach unseren Prognosen noch gut 20% sein. Umgekehrt werden die über 50-Jährigen dann einen Anteil an allen Pkw-Fahrleistungen von etwa 35% haben, während es 1995 erst 23% waren.

14 Altersspezifische Fahrleistungen bis 2030



<sup>21)</sup> Vgl. BVU et al., Gleitende Mittelfristprognose für den Güter- und Personenverkehr; Kurzfristprognose Sommer 2008, im Auftrag des BMVBS, o.O. 2008, S.56.

<sup>22)</sup> Vgl. DIW/infas, MiD 2002, a.a.O.

<sup>23)</sup> Vgl. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Raumordnungsprognose 2025, in: BBR-Berichte KOMPAKT, 2/2008



**PKW UND PERSONEN-MOBILITÄT**

Der Prozess der Top-Down-Prognosen zur Entwicklung des Personenverkehrs in Deutschland bis zur Abstimmungsgröße Pkw-Fahrleistung vollzieht sich in den drei folgenden Schritten (vgl. auch Abbildung 8):

- 1.) Prognose des gesamtmodalen Mobilitätsstreckenbudgets (Personenverkehrsleistung je Einwohner und Jahr) und daraus (in Verbindung mit der Bevölkerungsprognose) resultierend die Prognose der gesamtmodalen Personenverkehrsleistungen.
- 2.) Prognose der Aufteilung der Verkehrsleistungen auf die Landverkehrszweige (Modalsplit) in zwei Stufen: Auf der ersten Stufe werden die Verkehrsleistungen auf den motorisierten Individualverkehr (MIV: Pkw und Krafträder) und den öffentlichen Verkehr aufgeteilt; auf der zweiten Stufe werden der MIV weiter auf die Verkehrsleistungen von Pkw und Krafträdern und die öffentlichen Verkehre weiter nach den beteiligten Verkehrszweigen Öffentlicher Straßenpersonenverkehr (ÖSPV), Schienennahverkehr (SNV) sowie Schienenfernverkehr (SFV) aufgegliedert. Letzteres dient hier ausschließlich zur Plausibilitätsprüfung der prognostizierten Entwicklungen im Rahmen der daraus resultierenden Gesamtentwicklungen.
- 3.) Prognose der entfernungsgewichteten Besetzungsgrade im Pkw-Verkehr, die sich aus der Division der Pkw-Verkehrsleistung durch die Jahresfahrleistungen der Pkw als Abstimmungsgröße der beiden Prognoseansätze ergeben.

Das gesamtmodale Mobilitätsstreckenbudget im Personenverkehr repräsentiert die pro Jahr zurückgelegten Verkehrsleistungen auf den deutschen Landverkehrsnetzen. Unter der Annahme, dass die inländische Wohnbevölkerung im Ausland so viele Kilometer zurücklegt wie Ausländer im Inland, bestimmt sich das personenspezifische Mobilitätsstreckenbudget als Quotient von Verkehrsleistung und Wohnbevölkerung. Abbildung 15 stellt die erwartete Entwicklung des gesamtmodalen Mobilitätsstreckenbudgets dar. Dort sind auch die Entwicklungen anderer Intensitäten der Personenverkehrsleistung im Verhältnis zu den Bezugsgrößen Bruttoinlandsprodukt, Privater Verbrauch und Verfügbares Einkommen, also zu drei Größen aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung dargestellt.

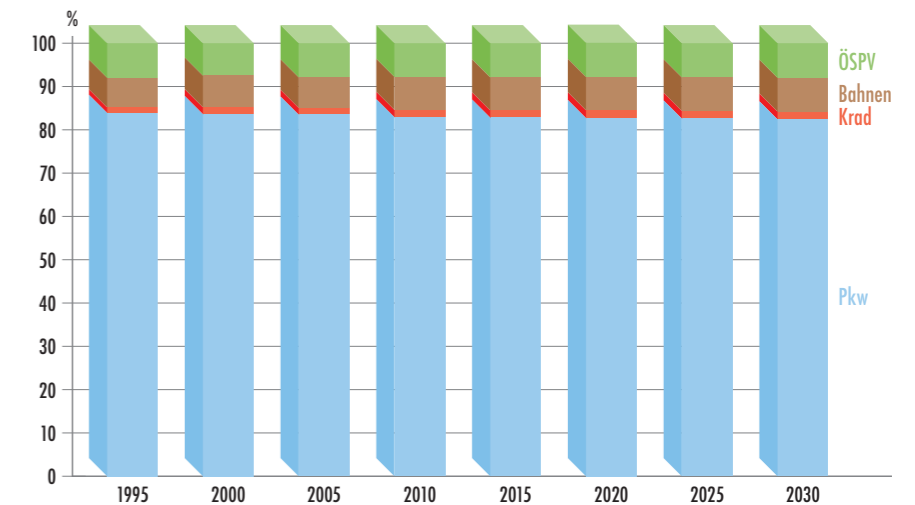
Die Entwicklung der Pkm/Kopf zeigt in der Vergangenheit zwar vereinzelt Sprünge, im Prinzip aber einen stetigen Aufwärtstrend; mit anderen Worten: die Bevölkerung weitet ihren Aktionsradius aus. Diese Entwicklung wird sich auch zukünftig fortsetzen, allerdings mit klaren Sättigungstendenzen. Zur Kontrolle der Prognosen (bzw. als Varianten des Prognoseansatzes) werden auch drei verschiedene Mobilitätsintensitäten betrachtet: die Personenverkehrsleistungen je 1.000 Euro Bruttoinlandsprodukt (BIP) als Kenngröße des Zusammenhangs von Wirtschafts- und Personenverkehrsentwicklung – eine im Güterverkehr sehr häufig verwendete Kenngröße – sowie die Personenverkehrsleistung im Verhältnis zum privaten Verbrauch (PV) und zum verfügbaren Einkommen (das verbraucht oder gespart wird) als Leitgrößen des effektiven Konsums bzw. der persönlichen finanziellen

Leistungsfähigkeit. Alle drei Leitgrößen sind in konstanten Preisen des Jahres 2000 ausgewiesen. Das Niveau der Größen spielt für die Prognose keine Rolle, wohl aber der Verlauf. Auffällig ist, dass die Verkehrsleistungen in Relation zu den ökonomischen Leitvariablen im Zeitablauf zurückgehen. Bei der inhaltlich am besten interpretierbaren Leitgröße Verfügbares Einkommen ist die zukünftige Abschwächung besonders sichtbar. Damit kommt zum Ausdruck, dass je Einheit Verfügbaren Einkommens immer weniger Verkehrsleistungen erbracht werden, was einerseits darauf zurückgeführt werden könnte, dass sich Mobilität real verteuert – für dieselbe Verkehrsleistung also immer größere Teile des verfügbaren Einkommens verwendet werden müssen. Andererseits könnten aber auch zunehmend andere Ausgabenkategorien an Bedeutung gewinnen – Mobilität erhalte dann zunehmend den Charakter eines inferioren Gutes.

Bei der Entwicklung des Modalsplits gehen wir in beiden Szenarien davon aus, dass sich die Vergangenheits-trends der jüngeren Zeit fortsetzen. Für die Aufteilung der landgebundenen Personenverkehrsleistung bedeutet dies Folgendes: Der MIV verliert ganz leicht zugunsten des ÖV von 84,6% im Jahr 2006 auf 84,3% im Jahr 2030 (vgl. Abbildung 16); und bei der Aufteilung der MIV-Verkehrsleistungen ergibt sich ein geringfügiger Anteilzuwachs der Krafträder (von 2,0% im Jahr 2006 auf 2,2% im Jahr 2030). Aus diesen Annahmen resultiert eine Entwicklung der Pkw-Verkehrsleistungen gemäß Abbildung 17.

Die abschließende Top-Down-Prognose erfolgt mit Hilfe durchschnittlicher Besetzungsgrade von Pkw; dieser liegt heute bei knapp 1,5. Auch hier wurde – wie aus Abbildung 17 ersichtlich – von einer Fortsetzung der Vergangenheits-trends ausgegangen, wobei sich hier zwei

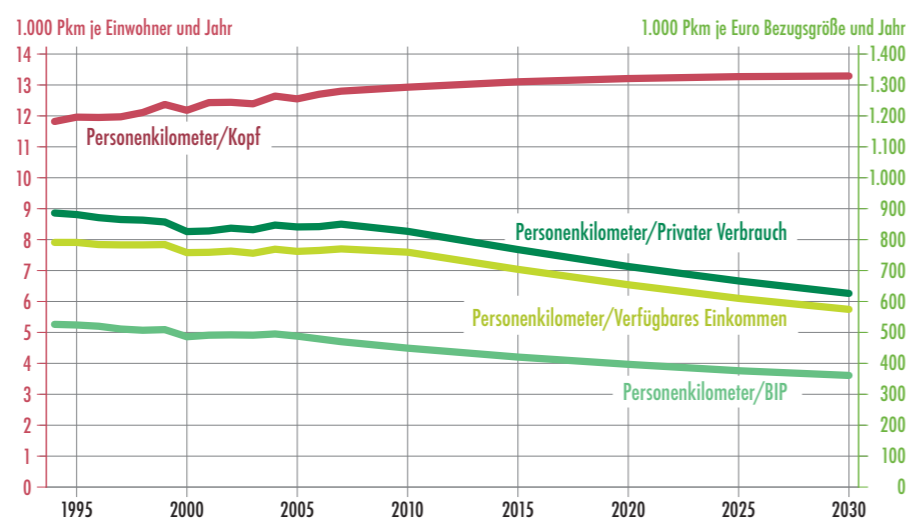
**16 Modalsplit der Personenverkehrsleistungen bis 2030**



gegenläufige Effekte überlagern: Die zunehmende Motorisierung mit steigenden Anteilen von Zweit- und Drittwagen hat tendenziell den Besetzungsgrad senkende Effekte; dem steht der Bedeutungszuwachs von Freizeit- und Urlaubsverkehren gegenüber, die im Vergleich mit anderen Fahrtzwecken höhere Besetzungsgrade aufweisen. Unsere Prognose geht davon aus, dass die den Besetzungsgrad senkenden Effekte wie schon in der Vergangenheit letztlich überwiegen.

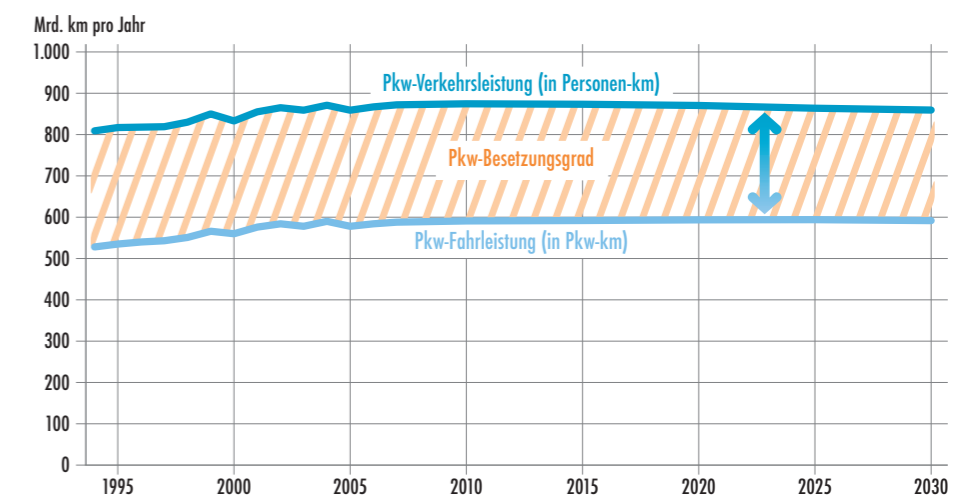
Mit den geschilderten Prognoseannahmen führen die gesamtmodale Top-Down-Prognose und die Bottom-Up-Prognose für den Pkw-Verkehr zur identischen Entwicklung der Pkw-Fahrleistungen in Deutschland bis zum Jahr 2030. Die Prognosen sind damit im Hinblick auf alle getroffenen Annahmen vollständig konsistent.

**15 Gesamtmodales Mobilitätsstreckenbudget und Mobilitätsintensitäten bis 2030**



Die Aussagen auf allen drei Prognosestufen basieren auf einer Analyse der Entwicklungen in der Vergangenheit und lehnen sich an die entsprechenden Prognosen zum Personenverkehr im „European Transport Report 2007/2008“ der ProgTrans AG an; sie werden anschließend mit den Ergebnissen der Bottom-Up-Prognosen aus dem vorangehenden Abschnitt bis zur Übereinstimmung der prognostizierten Entwicklung der Pkw-Fahrleistungen iterativ abgestimmt. Die zentralen Annahmen und Ergebnisse werden nachfolgend kurz vorgestellt.

**17 Verkehrs- und Fahrleistungen des Pkw bis 2030**



Mit Demografie sowie allgemeiner Wirtschafts- und Einkommensentwicklung werden – anders als in der letzten Ausgabe der Shell Pkw-Szenarien – zwei wichtige Einflussparameter auf die Gesamtnachfrage, den Pkw-Besitz und den Modalsplit im Personenverkehr als gleich angenommen. Die aktuellen Szenarien-Annahmen betreffen vor allem die Qualität der im Pkw-Verkehr tatsächlich genutzten Fahrzeuge. So gehen von den Annahmen zum Alternativ-Szenario stärkere Impulse auf eine schnellere Umschichtung des Fahrzeugbestands in Richtung auf verbrauchs- und umweltfreundlichere Pkw aus als im Trend-Szenario. Dies ist aktuell eine Frage größter Relevanz, weil die Automobilindustrie und die Kraftstoffproduzenten, aber auch Verkehrs-, Klima- und Energiepolitik ein großes Interesse an konkreten Anhaltspunkten haben, mit welcher Geschwindigkeit alternative Antriebstechnologien an Bedeutung gewinnen könnten, wenn entsprechende Rahmenbedingungen herrschten.

Die neuen Shell Pkw-Szenarien variieren daher ausschließlich im Pkw-Modul. Die vorgelagerten Stufen der Mobilitätsentwicklung, also die generelle Mobilitätsintensität, die Verkehrsmittelwahlentscheidung wie auch die Grundsatzentscheidung über den Pkw-Besitz (und damit über die Größe des Pkw-Bestands), sind hingegen in den beiden Szenarien identisch. Alle Unterschiede in den beiden „Szenario-Prognosen“ hängen letztlich allein davon ab, mit welcher Intensität in den beiden Szenarien der grundsätzlich gleich große Pkw-Bestand umgeschichtet wird, welche Antriebstechniken dabei in den Pkw-Bestand gelangen und welche Kraftstoff-Technologien genutzt werden. Damit wird in den Szenario-Ergebnissen direkt sichtbar, welche Effekte verschiedene Antriebstechniken auf den Kraftstoffverbrauch und welche Effekte verschiedene Kraftstoffe auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen in den beiden Szenarien haben.

### ANTRIEBSKONZEPTE UND KRAFTSTOFFE

Das zur Umsetzung der Szenario-Varianten eingesetzte Fahrzeugmodell untergliedert die relevanten Pkw-Kenngrößen, nämlich die Stilllegungen, die Neuzulassung sowie die Nutzung der Pkw einschließlich des dabei auftretenden Kraftstoffverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Antriebsarten der Fahrzeuge. Dabei werden Antriebskonzepte in zwei Klassen eingeteilt:

**Konventionelle Antriebe** sind Fahrzeuge mit Otto- oder Diesel-Motor. Sie basieren auf dem Prinzip des Verbrennungsmotors, der zündfähige flüssige Kraftstoffe in mechanische Energie umwandelt. Konventionelle Fahrzeuge werden zum einen mit konventionellen flüssigen Kraftstoffen wie Benzin und Diesel betankt. Am 1. Januar 2008 waren drei Viertel aller zugelassenen Fahrzeuge Benziner und 24,4 % Diesel-Pkw.

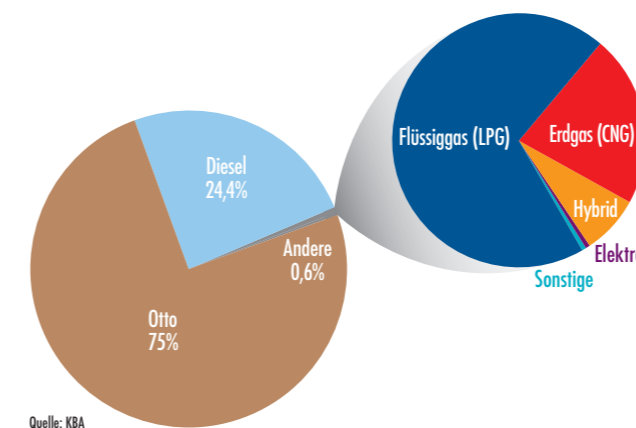


Konventionelle Antriebe können aber auch von **alternativen flüssigen Kraftstoffen** mit Energie versorgt werden; dies können sowohl biogene Kraftstoffe wie Biodiesel oder Bioethanol als auch synthetische Kraftstoffe aus verschiedenen Energieträgern wie Erdgas, Biomasse oder Kohle sein. Während Biokraftstoffe schon heute substanzielle Ergänzungsbeiträge zum Kraftstoff-Mix in Deutschland leisten, stehen bislang nur geringe Mengen synthetischer Kraftstoffe aus Erdgas – auch Gas-to-Liquids oder kurz GTL genannt – zur Verfügung.



Die deutsche Pkw-Flotte rekrutiert sich aktuell (2008) zu 99,4% aus konventionellen Antrieben, das heißt Otto und Diesel; weniger als ein Prozent aller Fahrzeuge besitzen einen alternativen Antrieb (vgl. Abbildung 18).

### 18 Antriebe im Pkw-Bestand 2008



**Alternative Antriebe** lassen sich am einfachsten negativ definieren – als all diejenigen Antriebe, die nicht auf einem klassischen Verbrennungsmotor basieren und die keine flüssigen Kraftstoffe aufnehmen können.

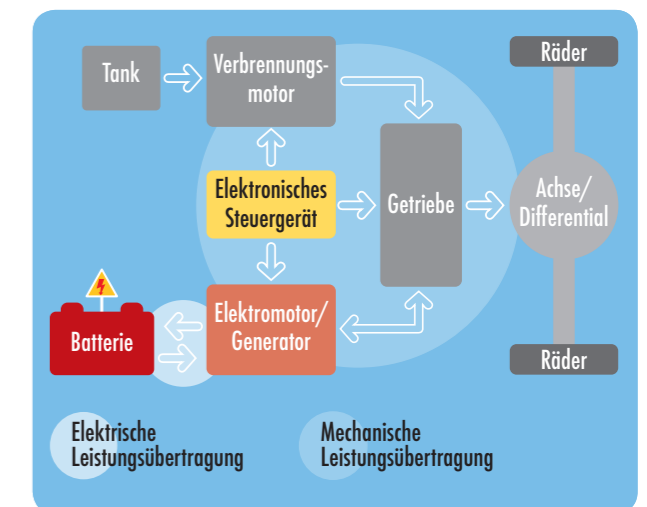
Bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor, die aber gasförmige Kraftstoffe nutzen, sind zwei Typen zu unterscheiden: Erstens, Flüssiggas oder Autogas, das aus Propan und Butan besteht und bei der Erdgasgewinnung sowie als Raffinerie-Produkt bei der Rohölverarbeitung anfällt; die englische Bezeichnung lautet Liquefied Petroleum Gas oder kurz LPG, daher auch LPG-Fahrzeug. Zweitens, komprimiertes Erdgas, mit der englischen Bezeichnung

Compressed Natural Gas, daher auch CNG-Fahrzeug. LPG- und CNG-Fahrzeuge können mit ergänzender Ottokraftstoff-Versorgung ausgestattet werden (bivalente Fahrzeuge); die folgenden Verbrauchsrechnungen unterstellen jedoch ausschließlich monovalente LPG- und CNG-Fahrzeuge. LPG- und CNG-Pkw stellen heute etwa 0,5% der deutschen Pkw-Flotte.

Einen noch geringeren Flottenanteil haben aktuell Elektro- und Wasserstoff-Antriebe. Ziel von Politik und Unternehmen ist es jedoch, deren Markteinführung in den kommenden Jahren voranzutreiben.<sup>24)</sup>

**Hybrid- und Elektro-Fahrzeuge** stützen sich zusätzlich oder allein auf einen Elektro-Motor als Energiewandler. Hybrid-Konzepte können dabei heute stark variieren; sie reichen vom Mikro- oder Mild-Hybrid mit Start-Stopp-Funktion, Bremskraft-Rückgewinnung und Antriebsunterstützung bis hin zum Vollhybrid, der rein elektrisches Fahren erlaubt. Sind die Aggregate Verbrennungs- und Elektromotor parallel angeordnet und können alternativ oder kombiniert betrieben werden, spricht man vom Parallel-Hybrid (vgl. Abbildung 19).

### 19 Funktionsprinzip des Parallel-Hybrids

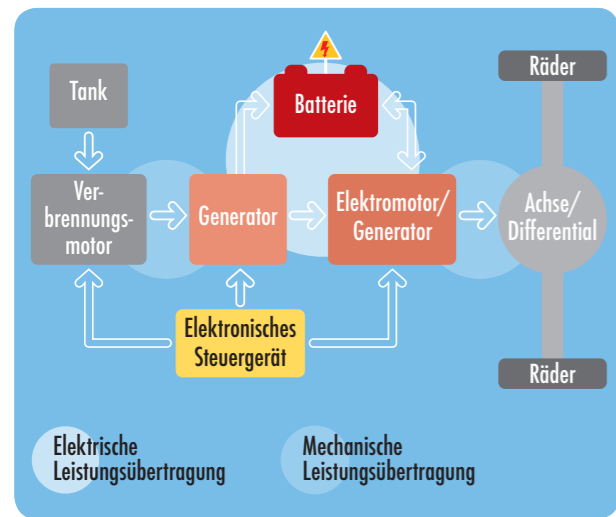


Unter Elektro-Fahrzeugen kann man batteriegetriebene Elektro-Fahrzeuge und Plug-In-Hybrid-Fahrzeuge, die beide rein elektrisch angetrieben und am Stromnetz mit Fahrstrom aufgeladen werden, verstehen. Im Gegensatz zum rein batterieelektrischen Fahrzeug kann der Plug-In-Hybrid seine Batterie zusätzlich noch über einen einge-

<sup>24)</sup> Vgl. Bundesregierung, Sachstand und Eckpunkte zum Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität, Berlin 2008; für Wasserstoff-Technologie vgl. auch [www.cleanenergypartnership.de](http://www.cleanenergypartnership.de)

bauten Verbrennungsmotor (Range Extender) versorgen. Der Verbrennungsmotor läuft im sparsamsten Betriebspunkt und treibt lediglich den Generator an, mit dessen Strom der Elektromotor betrieben wird. Da Verbrennungsmotor, Generator und elektrischer Fahrmotor hier in Serie angeordnet sind, spricht man auch von einem seriellen oder Reihen-Hybrid-Fahrzeug (vgl. Abbildung 20).

20 Funktionsprinzip des Reihen-Hybrids



Im Sinne des folgenden Pkw-Verbrauchsmodells werden unter Hybrid solche Pkw subsumiert, deren Hauptantriebsquelle ein Verbrennungsmotor ist, und deren Elektromotor wesentliche Kraftstoff-Einsparungen von etwa 30% ermöglicht. Für Elektro-Fahrzeuge wird bei den folgenden Verbrauchsrechnungen vereinfachend davon ausgegangen, dass sie sich bei der Energieversorgung ausschließlich auf Fahrstrom stützen.

**Wasserstoff** schließlich lässt sich mit zwei Antriebsformen kombinieren: Wasserstoff kann grundsätzlich über eine Brennstoffzelle in Strom und dann in mechanische Energie umgewandelt werden, oder er wird direkt in einem Verbrennungsmotor eingesetzt.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die Annahmen und Ergebnisse der Prognosen zur Pkw-Bestandsentwicklung nach Antriebsarten sowie zu den antriebsspezifischen Fahrleistungen und zum jeweiligen Kraftstoffverbrauch dargestellt. Anschließend

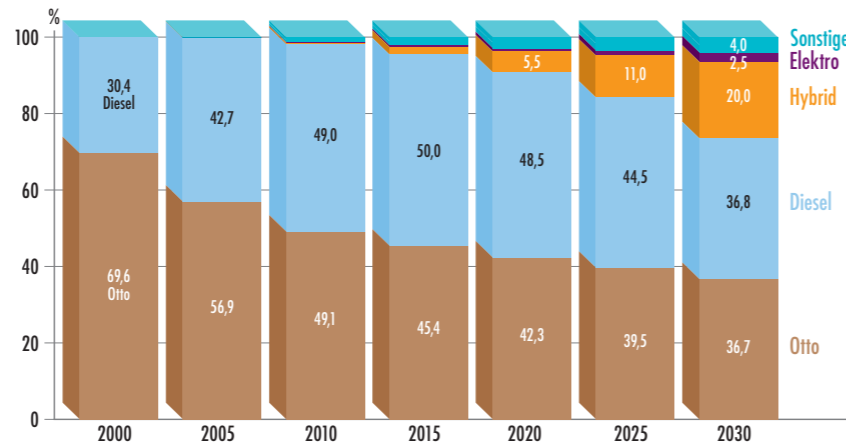
werden anhand der prognostizierten Basis-Daten zum Pkw-Bestand und zum Kraftstoffverbrauch die Entwicklungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen in den beiden Szenarien bis zum Jahr 2030 berechnet.

NEUZULASSUNGEN UND BESTANDSVÄRÄNDERUNGEN

Auf Basis der Prognose des Pkw-Bestands insgesamt (vgl. hierzu die Ergebnisse von Modul 1 „Motorisierung und Pkw-Bestand nach Alter und Geschlecht“) wird die jährliche Bestandsveränderung nach Antriebsarten prognostiziert. Die jährliche Bestandsveränderung ergibt sich einerseits als Differenz des Pkw-Bestands zwischen dem Vorjahr und dem aktuellen Jahr, andererseits aus der Anzahl der jährlichen Zulassungen abzüglich der Löschungen, d.h. der Abmeldung eines Fahrzeugs. Zur künftigen Entwicklung der Neuzulassungen nach Antriebsarten vgl. Abbildungen 21 und 22.

Die Löschungen von Fahrzeugen des Pkw-Bestands werden mittels antriebsspezifischer Löschungsquoten prognostiziert. Die Löschungsquote ist definiert als der Quotient aus Löschungen und dem jeweiligen Pkw-Bestand und bringt die mittlere Lebenserwartung des verbleibenden Fahrzeug-Bestands zum Ausdruck. Diese Lebenserwartung beträgt heute bei Otto-Pkw rund 15 Jahre und bei Diesel-Pkw etwa 13 Jahre. Für das Trend-Szenario wurde angenommen, dass sich - vor allem aufgrund technischen Fortschritts - die Lebensdauer der Fahrzeuge kontinuierlich erhöht und der Fahrzeugbestand statistisch gesehen älter wird.

21 Neuzulassungen nach Antriebsarten im Trend-Szenario



Im Alternativ-Szenario greifen die politischen Instrumente zur Förderung nachhaltiger Mobilität, die explizit auf eine schnellere Modernisierung der Flotte sowie eine verstärkte Nutzung von alternativen Antrieben abstellen als im Trend-Szenario. Die Löschungsquoten sind daher im Alternativ-Szenario generell höher und die Neuzulassungsanteile von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben deutlich größer als im Trend-Szenario.

Die Nutzungsprofile von Diesel- an Otto-Fahrzeuge nähern sich sukzessive einander an; auch die Nutzungsdauer des Diesels gleicht sich damit an diejenige von Otto-Fahrzeugen an. Diesel- und Otto-Fahrzeuge haben in beiden Szenarien am Ende des Betrachtungszeitraums eine vergleichbare Nutzungsdauer. Die Nutzungsdauer der Fahrzeuge mit alternativen Antrieben passt sich in beiden Szenarien sukzessive der Lebensdauer der konventionellen Fahrzeuge an.

Bei konventionellen Antrieben schreitet die Verdieselung der Pkw-Flotte weiter voran; denn der Diesel-Anteil im Pkw-Bestand ist immer noch deutlich niedriger als bei den Neuzulassungen. Hierdurch - und durch den zunehmenden Straßengüterverkehr - verschiebt sich die Kraftstoffnachfrage weiter zugunsten von Diesel. Eine Veränderung des Diesel-Benzin-Verhältnisses kann jedoch nur innerhalb technisch-ökonomischer Restriktionen erfolgen. Markante Veränderungen erfordern eine strukturelle Anpassung des Raffinerie-Outputs, zumal Benzin und Diesel die volumenstärksten Mineralöl-Produkte sind.<sup>25)</sup>

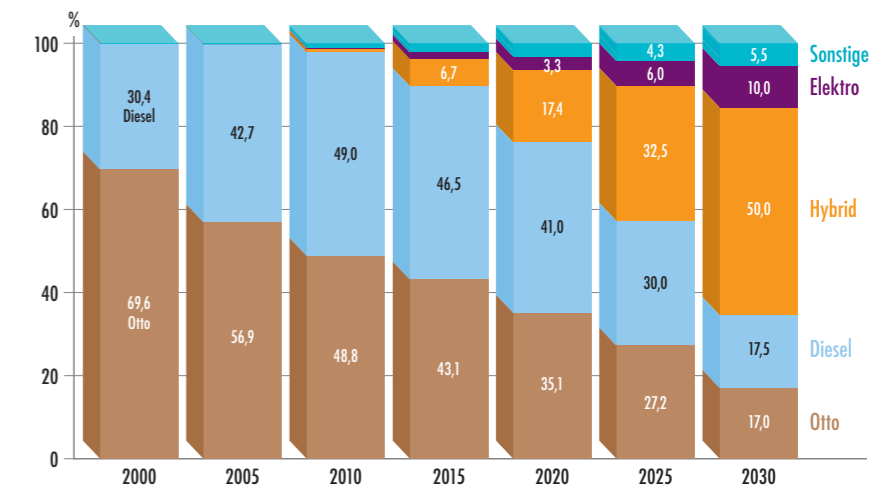
Die resultierende Entwicklung der relativen Kraftstoffpreise wird sich in der Folge dämpfend auf die Zulassungszahlen von Diesel-Fahrzeugen auswirken. Zudem wird die Abgas-Nachbehandlung von Diesel-Aggregaten aufgrund strengerer Umwelt-Standards immer kostenaufwendiger und erhöht zudem den Kraftstoffverbrauch. Infolgedessen überholen die Anteile der Diesel-Fahrzeuge an den Neuzulassungen die Anteile von Benzin-Fahrzeugen nur noch vorübergehend und nicht dauerhaft, obwohl dies im Trend-Szenario zu erwarten wäre. Bis 2030 werden sich vielmehr die

Anteile von Otto- und Diesel-Fahrzeugen an den Neuzulassungen einander annähern.

Die Neuzulassungsanteile von Erdgas- und Flüssiggas-Fahrzeugen entwickeln sich im Trend-Szenario entsprechend den Vergangenheitstrends und steigen bis 2030 auf jeweils etwa 2% an. Der Anteil der Elektro-Fahrzeuge an den Neuzulassungen steigt im Trend-Szenario sukzessive an, weil die Automobilindustrie entsprechende Fahrzeuge für alle Marktnischen, in denen sie einsetzbar erscheinen, entwickeln und anbieten wird. Gleichwohl bleibt der große Durchbruch in der Batterie- und Speichertechnologie aus. Elektro-Fahrzeuge kommen daher ebenso wie CNG- und LPG-Fahrzeuge im Jahr 2030 nicht über eine - wenn auch größere - Nischenrolle hinaus. Immerhin schlägt sich im Trend-Szenario eine fortschreitende Elektrifizierung des Automobils nieder; so werden Hybrid-Fahrzeuge ein Fünftel der Neuzulassungen im Jahr 2030 in Deutschland bestreiten.

Die Erprobung der Wasserstoff-Technologie wird weiter vorangetrieben. Dennoch bleiben breitere Alltagsnutzungen von Wasserstoff-Fahrzeugen unter Trend-Bedingungen aus, zumal auch die Frage einer klimaneutralen Wasserstoff- und Stromerzeugung weiterhin ungelöst bleibt. Damit werden auch 2030 immer noch fast drei Viertel aller Neu-Pkw von einem klassischen Verbrennungsmotor angetrieben; einschließlich Hybrid-Fahrzeugen sind es über 90%. Zuletzt spiegelt sich der geringe technologische Wandel im Trend-Szenario auch in einem steigenden Fahrzeug-Alter wider.

22 Neuzulassungen nach Antriebsarten im Alternativ-Szenario



<sup>25)</sup> Vgl. M. Dastillung et al., Oil Refining in the EU, Concawe Report No. 1, 2007, Brüssel, Januar 2007



Im Alternativ-Szenario werden klimapolitische Instrumente zur Förderung nachhaltiger Mobilität umfassend eingesetzt. Damit werden starke Anreize gesetzt, etablierte Techniken schneller zu verbessern, neue Techniken zu entwickeln und schneller zu nutzen als im Trend-Szenario. Das bedeutet höhere Lösungsquoten bzw. eine schnellere Umschichtung des Pkw-Bestands und außerdem höhere Neuzulassungsanteile von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben. Markant ist eine starke Tendenz zur Hybridisierung der Pkw-Flotte. Der Anteil der Hybrid-Fahrzeuge an allen Neuzulassungen erreicht 2030 50%; dies geht einher mit einer deutlichen Absenkung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs von bis zu 35% im Vergleich zu Otto-Fahrzeugen. Das Wachstum der Hybrid-Fahrzeugzulassungen geht gleichermaßen zu Lasten der Otto- und Diesel-Pkw; innerhalb des Hybrid-Segments dominiert jedoch der Otto-Motor. In Zahlen ausgedrückt bedeutet dies, dass im Alternativ-Szenario die Neuzulassungsanteile von reinen Otto- und Diesel-Fahrzeugen bis 2030 kontinuierlich auf jeweils 17% sinken werden; es bedeutet aber auch, dass bei gemeinsamer Betrachtung von Hybrid- und konventionellen Antrieben weiterhin rund 85% der neu zugelassenen Pkw primär mit Otto- oder Diesel-Motor betrieben werden.

Der Anteil der CNG-Fahrzeuge an den Neuzulassungen erhöht sich im Alternativ-Szenario bis 2030 gegenüber dem Trend-Szenario nur unwesentlich auf 3%, weil diese Fahrzeuge letztlich auch fossile Energieträger nutzen und daher kaum noch gefördert werden. CNG hat gegenüber Otto- und LPG-Pkw leichte CO<sub>2</sub>-Vorteile. Die Zulassungsanteile von LPG-Fahrzeugen werden daher als identisch wie im Trend-Szenario angenommen. Auf der anderen Seite macht die Batterietechnik im Alternativ-Szenario große Fortschritte; es kommt zu einem raschen Ausbau einer Lade-Infrastruktur für Elektro-Fahrzeuge. Und auch die Stromerzeugung kann wesentlich dekarbonisiert werden. Entsprechend wächst der Bestand der Elektro-Fahrzeuge bis 2030 merklich an. Die Neuzulassungsanteile werden daher im Alternativ-Szenario deutlich höher

als im Trend-Szenario sein und im Jahr 2030 10% erreichen. Der Bestand der Elektro-Fahrzeuge wird trotzdem im Jahr 2020 noch deutlich unter 1 Million Fahrzeuge liegen. Die Wasserstoff-Technologie wird im Alternativ-Szenario mit größerer Intensität entwickelt. Es kommt zu ersten kommerziellen Anwendungen im Flottenbereich; der Einstieg in den Massenmarkt könnte gegen Ende der Betrachtungsperiode unmittelbar bevorstehen.

### FAHRLEISTUNGEN NACH ANTRIEBSARTEN

Auf der Grundlage der prognostizierten Pkw-Bestände nach Antriebsarten sind im zweiten Schritt des Fahrzeug-Moduls die Fahrleistungen nach Antriebsarten zu prognostizieren. Allerdings liegen für alternative, kaum etablierte Antriebe keine detaillierten Analysedaten in der erforderlichen Differenzierung vor. Die Fahrleistungsdaten für die Pkw müssen daher nach Antriebsarten zunächst unter Heranziehung geeigneter Annahmen für die Vergangenheit geschätzt werden, ehe dann Prognosen in derselben Differenzierung erstellt werden können.

Für die Schätzung der Fahrleistungen nach Antriebsarten in der Vergangenheit werden folgende Annahmen zu den durchschnittlichen Jahresfahrleistungen getroffen:

- Die durchschnittliche Jahresfahrleistung von LPG-Fahrzeugen wird als grundsätzlich mit derjenigen von Diesel-Fahrzeugen vergleichbar angenommen. In der Einführungsphase bis 2007 wird die durchschnittliche

Jahresfahrleistung der LPG-Fahrzeuge auf ca. 75 bis 80% derjenigen von Diesel-Fahrzeugen geschätzt. Im Vergleich zu konventionellen Kraftstoffen müssen bei LPG weiterhin Nachteile in der Versorgungsdichte hingenommen werden. Bis zum Jahr 2030 nähern sich LPG-Fahrzeuge in ihrer Jahresfahrleistung zu 95% konventionellen Diesel-Pkw an.

- Die durchschnittliche Jahresfahrleistung von CNG-Pkw wird zunächst als eher mit der durchschnittlichen Jahresfahrleistung der Otto-Fahrzeuge vergleichbar betrachtet. In der Einführungsphase wird sie wegen geringer Marktdurchdringung und auch im Vergleich zu LPG nur schwach ausgebauter Betankungsinfrastruktur auf ca. 80% der durchschnittlichen Jahresfahrleistung aller Fahrzeuge geschätzt. Zukünftig stehen dem auf der einen Seite weiter starke ökonomische Anreize gegenüber, die CNG auch für Vielfahrer attraktiv machen. Andererseits wird die CNG-Technologie bis 2030 weiter ausreifen, so dass sich die durchschnittliche Jahresfahrleistung von CNG-Fahrzeugen derjenigen aller Fahrzeuge annähert.

- Bei der Jahresfahrleistung eines Hybrid-Fahrzeugs nehmen wir an, dass sie in der Einführungsphase bis 2005 ca. 50% der durchschnittlichen Jahresfahrleistung aller Pkw betragen hat. Ab 2005 wird eine stetige Zunahme der Jahresfahrleistung auf 55% in 2006, 60% in 2007 und weiter ansteigend auf 90% der durchschnittlichen Jahresfahrleistung aller Pkw im Jahr 2030 unterstellt.

- Elektro-Fahrzeuge haben bis heute den Charakter von Sonder- bzw. Nischenfahrzeugen. Die durchschnittliche Jahresfahrleistung von Elektro-Fahrzeugen wird bei ca. 25% der durchschnittlichen Jahresfahrleistung aller Pkw angesetzt (also etwa 3.000 bis 3.500 km pro Jahr). Denn die wenigen heute zugelassenen Fahrzeuge werden noch überwiegend in Pilotversuchen erprobt oder müssen sich mit begrenzter Batterie-Reichweite bei langen Ladezeiten begnügen. Die Jahresfahrleistung der Elektro-Fahrzeuge dürfte bis 2030 die Nutzungsintensität von Zweit-Pkw annehmen und dann 55% der durchschnittlichen Jahresfahrleistung aller Pkw erreichen – erst dann werden Elektro-Fahrzeuge eine größere Alltagstauglichkeit erreichen, nicht zuletzt auch aufgrund spürbarer Verbesserungen im Bereich der Energiespeicherung (Batterie-Technik). Dazwischen wird ein langsamer

Anstieg der anteiligen Jahresfahrleistung am Gesamtdurchschnitt aller Pkw (30% im Jahr 2010 und 40% 2020) unterstellt.

- Mit Wasserstoff angetriebene Fahrzeuge sind heute ausschließlich Versuchs- und Demonstrationsfahrzeuge; ihre durchschnittliche Jahresfahrleistung wird auf nur ca. 2.500 km/Jahr veranschlagt.

Die getroffenen Annahmen bei den Schätzungen der mittleren Jahresfahrleistungen nach Antriebsarten sind in Abbildung 23 dokumentiert. Dazu ist grundsätzlich anzumerken, dass diese Annahmen im Hinblick auf die Gesamtergebnisse umso weniger Relevanz haben, je kleiner das jeweilige Fahrzeugsegment ist. Selbst wenn man beispielsweise für die Elektro- und Wasserstoff-Fahrzeuge deutlich höhere durchschnittliche Jahresfahrleistungen annehmen würde, hätte dies auf das Gesamtergebnis der Fahrleistungen, des Kraftstoffverbrauchs sowie der CO<sub>2</sub>-Emissionsberechnungen praktisch keinen Einfluss.

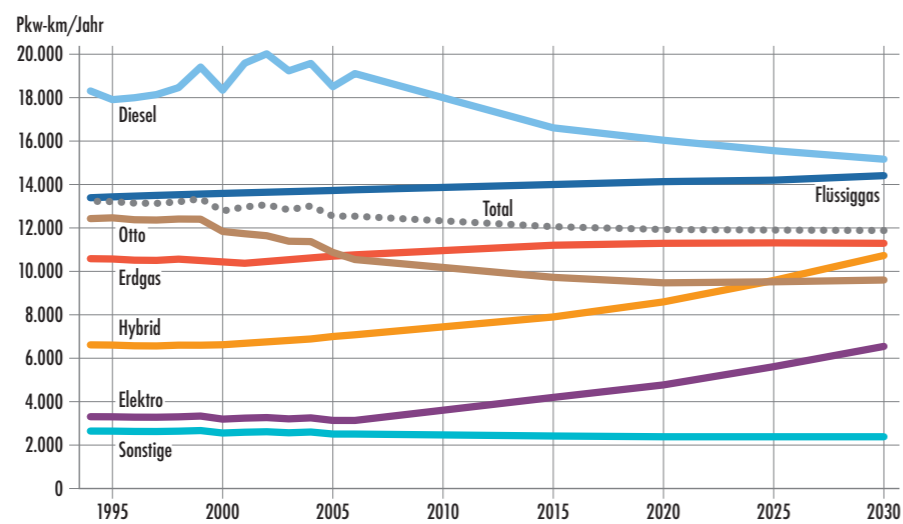
Da die Gesamtfahrleistungen aller Pkw in beiden Szenarien als identisch angenommen wurden, sich die Zusammensetzungen des Pkw-Bestands nach Antriebsarten aber unterschiedlich entwickeln, können nicht alle durchschnittlichen Fahrleistungen nach Antriebsarten identisch sein. Um die zusätzlichen Fahrleistungen von alternativen Antrieben im Alternativ-Szenario zu kompensieren, mussten daher die durchschnittlichen Pkw-Fahrleistungen von Otto-Pkw geringfügig nach unten korrigiert werden.

Auf der Grundlage der zuvor genannten Annahmen für die mittleren Fahrleistungen der Fahrzeuge mit alternativen Antrieben können die Gesamtfahrleistungen je Antriebsart als Produkt aus der durchschnittlichen Jahresfahrleistung und dem Pkw-Bestand der jeweiligen Antriebsart berechnet werden. Diese Fahrleistungen bilden die Grundlage für die Berechnung des antriebspezifischen Kraftstoffverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen.

### Spezifische Kraftstoffverbräuche

Der dritte Schritt des Fahrzeugmoduls besteht in der Ermittlung des Kraftstoffverbrauchs nach Antriebsarten. Ausgangspunkt und Grundlage bilden zum einen aktuelle Fahrleistungs- und Verbrauchsrechnungen, zum anderen Fach-Publikationen, technische Angaben sowie ergänzende Annahmen zu den spezifischen Kraftstoff-

23 Durchschnittliche Jahresfahrleistungen nach Antriebsarten<sup>\*)</sup>



\*) Für Otto-Pkw ist die Prognose für das Trend-Szenario dargestellt.



verbräuchen des jeweiligen Fahrzeugbestands nach Antriebsarten und deren Entwicklung. Die folgenden Angaben beziehen sich grundsätzlich auf den realen Verbrauch des jeweiligen Pkw-Bestands. Sie können daher weder direkt mit Angaben zum mittleren Kraftstoffverbrauch neu zugelassener Fahrzeuge noch mit den spezifischen CO<sub>2</sub>-Grenzwerten der EU für Neufahrzeuge verglichen werden.<sup>26)</sup>

Im Trend-Szenario wird der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch des Otto-Fahrzeugbestands von 8,3 l/100 km in 2005 auf 6,8 l/100 km bis 2030 sinken. Das entspricht einer Reduktion um 0,8 % p.a. Im Alternativ-Szenario sinkt der durchschnittliche Verbrauch der Otto-Fahrzeuge im Jahresmittel um 1,3 % pro Jahr und erreicht 2030 6,0 l/100 km. Während im Trend-Szenario damit primär auf konventionelle, zum Teil

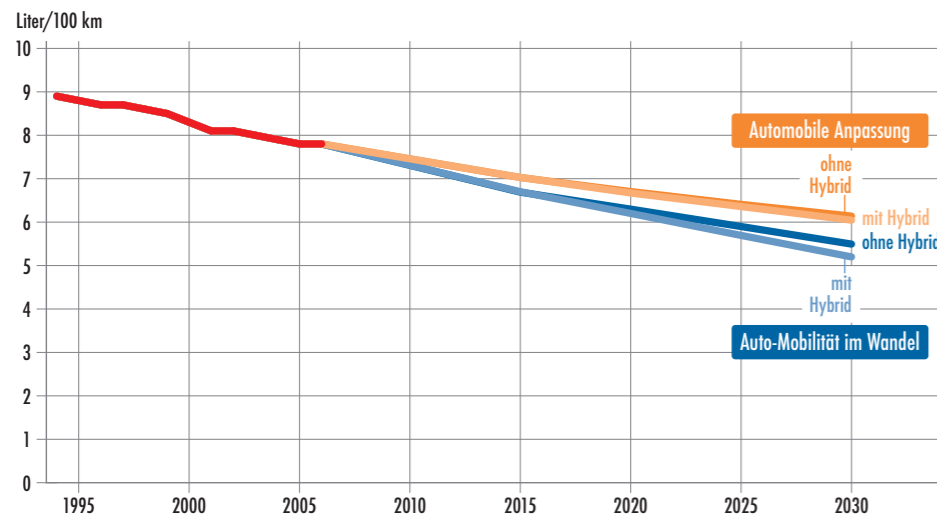
auch einfache Technologie gesetzt wird, kommt es im Alternativ-Szenario vor allem durch forcierten technischen Fortschritt – Downsizing im Motorenbereich, neue Getriebe, bessere Aerodynamik, Leichtbau usw. – zu deutlich stärkeren Verbrauchsreduktionen.

Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch des Diesel-Fahrzeugbestands sinkt gemäß unseren Annahmen im Trend-Szenario gegenüber heute um 0,8 % p.a. und im Alternativ-Szenario um 1,2 % p.a. Das bedeutet im Trend-Szenario eine Reduktion des mittleren Kraftstoffverbrauchs von 6,8 l/100 km in 2005 auf 5,6 l/100 km in 2030. Im Alternativ-Szenario beträgt der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch 2030 5,0 l/100 km. Die spezifischen Verbrauchseinsparungen gehen auch hier auf beschleunigten technischen Fortschritt zurück, wobei das Einsparpotenzial hier graduell geringer ist.

Für die durchschnittlichen Verbrauchswerte von Elektro-Pkw wurden folgende Annahmen festgelegt: Aktuell (2007) beträgt der durchschnittliche Verbrauch eines Elektro-Pkw 20 kWh pro 100 km für den Antrieb und Nebenaggregate. Im Trend-Szenario sinkt der spezifische Verbrauch des Elektro-Fahrzeug-Bestands bis zum Jahr 2030 auf 15 kWh pro 100 km und im Alternativ-Szenario auf 10 kWh pro 100 km. Das entspricht einer jährlichen Reduktion von ca. 1,2 % p.a. im Trend-Szenario und ca. 2,9 % p.a. im Alternativ-Szenario.

Für den durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch von Hybrid-Fahrzeugen wurde festgelegt, dass er im Trend-Szenario 30 % unter dem entsprechenden Wert der Otto-Pkw und damit rund 23 % unter dem Durchschnittsverbrauch von Diesel- und Otto-Pkw liegt – der im Verbrauchsmodell abgebildete synthetische Hybrid ist also technisch ein Voll-Hybrid. Im Alternativ-Szenario wird bis 2020 dieselbe Verbrauchsquote angenommen; danach sinkt der durchschnittliche Verbrauch von Hybrid-Fahrzeugen auf 65 % des

**24 Durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch des Pkw-Bestands (Otto- und Diesel-, mit und ohne Hybrid-Antrieb)**



<sup>26)</sup> Die Angaben über den Kraftstoffverbrauch und die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen von Pkw-Neuzulassungen werden gem. EU-Richtlinie 80/1268/EWG, zuletzt geändert durch EU-Richtlinie 93/116/EG, im Rahmen des Neuen Europäischen Fahrzyklus unter genau definierten Bedingungen auf dem Rollenprüfstand ermittelt. Die Verbrauchs- und CO<sub>2</sub>-Werte im realen Fahrbetrieb können von den Typprüfwerten abweichen. Sie liegen in der Regel höher, können aber auch unterschritten werden.

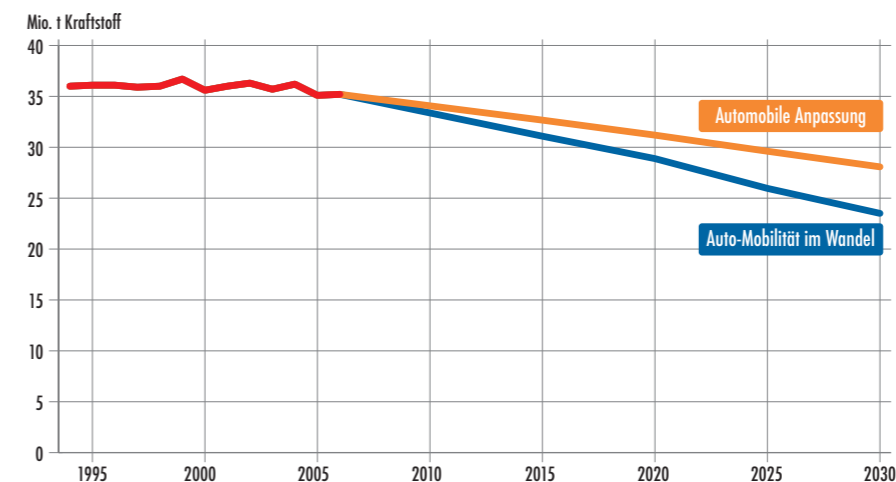
mittleren Verbrauchs von Otto-Pkw. Damit beträgt der durchschnittliche Verbrauch eines Hybrid-Pkw im Alternativ-Szenario im Jahr 2030 noch 3,9 l/100 km; dank rasanten technischen Fortschritts sind wichtige Teile der Fahrzeugflotte damit bereits „Drei-Liter-Autos“.

Auch für CNG- und LPG-Fahrzeuge wird von einer spezifischen Verbrauchsreduktion bis 2030 ausgegangen: Sie beträgt 0,8 % p.a. im Trend-Szenario (ähnlich wie bei Otto- und Diesel-Fahrzeugen) und 1,2 % p.a. im Alternativ-Szenario (ebenfalls analog zu Otto- und Diesel-Fahrzeugen).

Für Wasserstoff-Fahrzeuge wurde ein mittlerer Verbrauchswert von 1,0 kg/100 km angenommen. Die zukünftige Entwicklung des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauches für Wasserstoff-Fahrzeuge wurde analog zu derjenigen der Pkw mit anderen Antrieben ermittelt: Eine Reduktion um 0,8 % jährlich im Trend-Szenario und um 1,2 % jährlich im Alternativ-Szenario.

In Abbildung 24 ist die Entwicklung der durchschnittlichen spezifischen Kraftstoffverbräuche aller Pkw, also für Otto- und Diesel-Pkw mit und ohne Hybridisierung von 1994 bis 2030 in den beiden Szenarien dargestellt: Danach sinkt der durchschnittliche Verbrauch des Pkw-Bestands von heute 7,8 auf 6,1 l/100 km im Trend-Szenario bzw. 5,2 l/100 km im Alternativ-Szenario.

**25 Gesamtkraftstoffverbrauch des Pkw-Bestands (ohne Elektro- und Wasserstoff-Fahrzeuge)**



<sup>27)</sup> Die letzt verfügbare DIW-Verbrauchsrechnung weist für das Jahr 2007 ähnliche Gesamtverbräuche wie im für das Basisjahr 2005 aus – statt 35,1 dann 34,9 Mio. Tonnen; allerdings gewann Diesel zuletzt etwa 2 Mio. Tonnen zu Lasten von Ottokraftstoff. Vgl. Dominika Kalinowska, Uwe Kunert, Kraftfahrzeugverkehr 2007: Alternative Antriebe bei Pkw auf dem Vormarsch, in: DIW-Wochenbericht 50/2008, S. 796-804.

Unter dem Strich erlauben höhere Einsparraten – also 1,2 bzw. 1,3 % statt 0,8 % weniger Kraftstoff über die Pkw-Flotte pro Jahr – spezifische Verbrauchseinsparungen von 1,7 und 2,3 l/100 km. Dagegen werden selbst durch eine ausgeprägte Hybridisierung im Alternativ-Szenario kaum drei Deziliter spezifische Verbrauchsreduktion im Pkw-Bestand erreicht. Bei der Interpretation der Daten ist zu beachten, dass es sich hier um reale Kraftstoffverbräuche handelt, so dass auch sparsameres Fahrverhalten zu Verbrauchseinsparungen beitragen kann. Entscheidend für nachhaltige Einsparerfolge wird jedoch sein, dass weitere Segment-Verschiebungen hin zu größeren, schwereren Fahrzeugen, stärkere Motoren sowie zusätzliche Sicherheits- und Komfortausstattungen Verbrauchsminderungen durch technischen Fortschritt nicht überkompensieren.

**GESAMT-KRAFTSTOFFVERBRAUCH**

Aus den spezifischen Kraftstoffverbräuchen und den Fahrleistungen nach Antriebsarten lassen sich schließlich die antriebspezifischen Kraftstoff- bzw. Energieverbräuche und der Gesamtkraftstoffverbrauch in Tonnen ermitteln. Abbildung 25 stellt die Entwicklung des aggregierten Gesamtkraftstoffverbrauchs (ohne Fahrstrom und Wasserstoff) dar.<sup>27)</sup>

Im Trend-Szenario geht der gesamte Kraftstoffverbrauch des Pkw-Bestands von 2005 bis 2030 um etwa 20 % zurück – von 35,1 auf dann 28,1 Mio. Tonnen. Dabei entwickeln sich die beiden Haupt-Kraftstoffsorten sehr unterschiedlich: Diesel legt noch bis etwa 2020 weiter zu und fällt dann leicht zurück. In 2030 werden 19,4 Mio. Tonnen Diesel-Kraftstoffe und damit etwa 30 % mehr verbrauchen als im Jahr 2005. Dagegen sinkt der Bedarf an Ottokraftstoffen bis 2030 bei dann nur noch 28,6 Mio. Benzinern und Hybrid-Fahrzeugen um 45 % auf nur noch 13,6 Mio. Tonnen.

Im Alternativ-Szenario sinkt der gesamte Kraftstoffverbrauch des Pkw-Bestands von 2005 bis 2030 um etwa ein Drittel - auf dann nur noch 23,5 Mio. Tonnen. Der Otto-Verbrauch von 28,1 Mio. Benzinern und Otto-Hybriden ist 2030 dann mit 12,4 Mio. Tonnen nur noch halb so hoch wie im Jahr 2005. Diesel steigt auch hier weiter bis 2015 auf etwa 13,6 Mio. Tonnen und fällt dann bis 2030 auf 10,4 Mio. Tonnen. Im Jahr 2030 werden damit 18,1 Mio. Diesel-Pkw und Diesel-Hybride 10,4 Mio. Tonnen Diesel-Kraftstoffe benötigen.

Bei den voranstehenden Verbrauchsentwicklungen ist zu berücksichtigen, dass konventionelle Antriebe in den letzten Jahren verstärkt flüssige alternative Kraftstoffe und hier vor allem Biokraftstoffe nutzen. Seit dem Jahr 2006 gibt es eine Pflicht für alle Kraftstoff-Anbieter in Deutschland, ihrem Kraftstoff-Absatz einen bestimmten, steigenden Mindestanteil biogener Kraftstoffe beizumischen.<sup>28)</sup> Bis Ende 2008 war es allerdings grundsätzlich nicht möglich, fossilen Kraftstoffen mehr als 5% Biokraftstoff zuzugeben. In den nächsten Jahren werden jedoch die Grundlagen für höhere Zumischungen von Biokomponenten zu konventionellen Kraftstoffen geschaffen, sei es durch die Fahrzeug-Technik, über neue Kraftstoffnormen oder neue Biokraftstoff-Angebote. Entsprechend geht das Trend-Szenario davon aus, dass sich der Bio-Anteil im Otto- und Dieselmotorkraftstoff bis 2030 auf bis zu 10 Volumenprozent erhöht; im Alternativ-Szenario könnten es sogar bis zu 15 Volumenprozent sein. Damit würde der Pkw-Verbrauch fossiler Kraftstoffe im Trend-Szenario bis 2030 auf 25,3 Mio. Tonnen, im Alternativ-Szenario auf unter 20 Mio. Tonnen sinken.

Die alternativen Kraftstoffe für die alternativen Antriebe fallen weder in Summe noch einzeln ins Gewicht. Ihr Verbrauchsniveau bleibt sowohl in Relation zu konventionellen Kraftstoffen als auch im Verhältnis zum gesamten inländischen Verbrauch des jeweiligen Endenergieträgers (Erdgas, Flüssiggas, Strom, Wasserstoff) niedrig. CNG und LPG decken zusammen je nach Szenario zwei bis drei Prozent des Kraftstoffverbrauchs; der Fahrstrom-Bedarf von rund zwei Mio. Elektro-Fahrzeugen ist kleiner als ein Prozent des heutigen Stromverbrauchs - nicht zuletzt auch aufgrund geringerer durchschnittlicher Fahrleistungen.

**SPEZIFISCHE CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN**

Der letzte Schritt des Fahrzeugmoduls besteht in der Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, die aus dem Energie- bzw. Kraftstoffverbrauch aller Fahrzeuge in den beiden Szenarien in den verschiedenen Analyse- und Prognosejahren resultieren. Die Vorgehensweise hierbei ist folgende: Zunächst sind alle verbrauchsspezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren von denjenigen Kraftstoffen zu bestimmen (in der Dimension „CO<sub>2</sub>-Emissionen in g je Liter“, „... je kg“ oder „... je kWh“), die in den einzelnen Antriebsarten eingesetzt werden. Sie lassen sich mittels der durchschnittlichen entfernungsbezogenen Kraftstoff- bzw. Energieverbräuche (in der Dimension „Liter je 100 km“, „kg je 100 km“, „kWh pro 100 km“) in einheitliche entfernungsabhängige Emissionsfaktoren umrechnen (in der Dimension „CO<sub>2</sub>-Emissionen in g je km“). Anschließend werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Antriebsarten aus den jeweiligen Fahrleistungen und den entfernungsbezogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet. Hieraus lässt sich schließlich die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Pkw-Verkehrs insgesamt nach Szenarien ermitteln.

Bislang war die Ermittlung automobiler CO<sub>2</sub>-Emissionen vergleichsweise einfach. Über 99% aller Antriebe sind Verbrennungsmotoren. Und im Straßenverkehr wurden bisher nur zwei normierte Kraftstoff-Sorten - Otto und Diesel - verwendet. Beide wurden aus Erdöl hergestellt, weltweit in über mehr als 100 Jahren weitgehend optimierten und standardisierten Raffinerie-Prozessen. Es gibt unterschiedliche Rohölquellen und -qualitäten, die Raffinerie-Konfigurationen können ebenfalls unterschiedlich sein, aber dennoch weisen konventionelle Flüssigkraftstoffe als Endprodukt, aber auch über die gesamte Wertschöpfungskette im Vergleich zu alternativen Antriebs-Kraftstoff-Kombinationen eine relativ große Homogenität auf. Entsprechend einfach konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs mit Hilfe spezifischer CO<sub>2</sub>-Faktoren direkt aus dem eingesetzten Kraftstoff mittels linear-proportionaler Faktoren (in der Dimension kg CO<sub>2</sub> je Liter Kraftstoff bzw. kg CO<sub>2</sub> je kg Erdgas) abgeleitet werden. Dagegen sind die direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen alternativer Kraftstoffe und alternativer Antriebe nur wenig aussagekräftig; denn diese definieren sich beide in erster Linie

über ihre indirekten Vorkettenemissionen. Die Einführung und Verbreitung alternativer Kraftstoffe und Antriebe erfordert daher, die heutigen CO<sub>2</sub>-Messkonzepte zu überprüfen und zu erweitern. Ziel dabei ist es, die neuen Kraftstoffe und Antriebe möglichst vollständig in die Treibhausgas-Bilanzierung zu integrieren. Aktuelle wissenschaftliche Beratungen und politische Überlegungen hierzu sind noch nicht abgeschlossen.<sup>29)</sup> Rasche Lösungen werden allein schon durch die Vielzahl der Kombinationsmöglichkeiten von Primärenergie, Verarbeitungsprozess, Sekundärenergie und Antriebskonzept erschwert. Zur Beurteilung der Klimaeffekte immer zahlreicherer alternativer Antriebs-Kraftstoff-Kombinationen müssen daher neue Kriterien herangezogen werden - hierbei

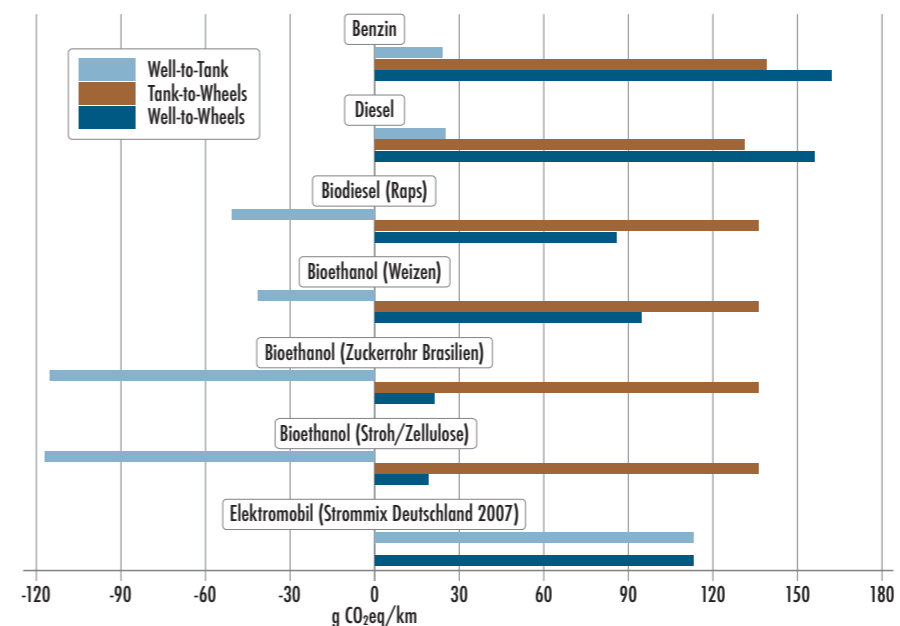
kann insbesondere das Konzept der Well-to-Wheels-Analyse helfen. Well-to-Wheels (WTW) bedeutet „vom Bohrloch bis zum angetriebenen Rad“ und lässt sich in zwei Teilstufen untergliedern (vgl. Abbildung 26): Erstens in Well-to-Tank (WTT) und zweitens in Tank-to-Wheels (TTW). Bei der Well-to-Tank-Analyse werden der Energiebedarf und die damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen ermittelt, bis der fertige Kraftstoff in den Tank des Pkws gelangt. Dabei finden die individuellen Herstellungspfade jedes einzelnen Kraftstoffs Berücksichtigung. Mit Hilfe der Tank-to-Wheels-Analyse wird der Energieverbrauch und der direkte CO<sub>2</sub>-Ausstoß von verschiedenen Fahrzeug-Kraftstoffkombinationen untersucht. Grundsätzlich können konventionelle und alternative Antriebs-Kraftstoff-Kombinationen mit Hilfe der Well-

**26 Kraftstoffe im „Well-to-Wheels-Vergleich“<sup>30)</sup>**

Diese Grafik stellt die drei Kraftstoffgruppen - „fossil, biogen und elektrisch“ - exemplarisch gegenüber und verdeutlicht beispielhaft die unterschiedlichen WTT- und TTW-Proportionen. Die Treibhausgas-Emissionen beziehen sich auf ein repräsentatives Fahrzeug der Kompaktklasse und sind in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>eq) ausgewiesen. Im Einzelnen sind die fossilen Kraftstoffe Diesel und Benzin auf den Stufen WTT und TTW den beiden in Deutschland gängigsten Biokraftstoffen Biodiesel aus Raps und Bioethanol aus Weizen, einem Biokraftstoff der zweiten Generation, einem importierten Biokraftstoff sowie den CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Elektro-Fahrzeugs mit durchschnittlichem Strommix 2007 gegenübergestellt.

Die negativen Werte auf der Stufe WTT bei den Biokraftstoffen erklären sich daraus, dass Pflanzen im Anbau CO<sub>2</sub> aufnehmen. Nur dieses wird später wieder emittiert. Neben dem photosynthetischen Effekt verbessern Nebenprodukte die CO<sub>2</sub>-Bilanz von Biokraftstoffen auf der Stufe WTT, während die zur Umwandlung eingesetzte Energie den gegenteiligen Effekt hat. Die Emissionsbilanz von Elektro-Fahrzeugen wird wesentlich vom eingesetzten Primärenergieträger vorbestimmt.

Es zeigt sich, dass für fossile und biogene Kraftstoffe die TTW-Emissionsbilanzen zwar relativ ähnlich sind. Die WTW-Analyse fällt jedoch überwiegend zu Gunsten der Biokraftstoffe aus, weil auf der WTT-Stufe im Gegensatz zu den fossilen Kraftstoffen negative Werte bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen realisiert werden. Bei den Sekundärenergieträgern Fahrstrom und Wasserstoff hingegen fallen Treibhausgas-Emissionen grundsätzlich nur WTT, aber nicht TTW an.



<sup>29)</sup> Aus der überarbeiteten EU-Kraftstoffqualitäten-Richtlinie (98/70/EG) und der neuen EU-Richtlinie zur Förderung Erneuerbarer Energiequellen ergeben sich neue Regeln bzw. Aufträge, Regeln für die Treibhausgas-Bilanzierung unterschiedlicher Kraftstoff-Arten zu erstellen.  
<sup>30)</sup> Die Forschungseinrichtungen der EU-Kommission (JRC), der europäischen Mineralölindustrie (Concawe) und der europäischen Automobil-Industrie (EUCAR) befassen sich seit 2003 mit WTW-Analysen von Kraftstoffen. Vgl. CONCAWE/EUCAR/JCR, Well-to-wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context, Brüssel 2007; sowie <http://ies.jrc.ec.europa.eu/WTW>

<sup>28)</sup> Vgl. Jörg Adolf, Boom in der Biokraftstoffbranche - eine nachhaltige Entwicklung?, in: Wirtschaftsdienst, Jg. 86 (2006), S. 778-785; sowie Michael Bräuniger et al., Biokraftstoffe - Option für die Zukunft? Ziele, Konzepte, Erfahrungen, in: HWWI Policy Report Nr. 1, Hamburg 2006.



to-Wheels-Analyse in drei Gruppen eingeteilt werden; deren Treibhausgas-Emissionen werden bei der CO<sub>2</sub>-Bilanzierung für den Pkw-Verkehr in Deutschland wie folgt berücksichtigt:

**(1) Fossile Kraftstoffe:** Herkömmliche, fossile Kraftstoffe werden bei der Bilanzierung verkehrsbedingter CO<sub>2</sub>-Emissionen bisher grundsätzlich Tank-to-Wheels betrachtet; immerhin macht die letzte Stufe der Supply Chain bei Otto und Diesel mit einem Anteil von gut 85 % den weit überwiegenden Anteil der Treibhausgas-Emissionen aus. Die übrigen Emissionen, die bei der Herstellung und Verteilung der Kraftstoffe entstehen, werden in der Emissionsberichterstattung bei den Sektoren Energieerzeugung und Industrie berücksichtigt. Um die vom Fahrzeugmodell erzeugten CO<sub>2</sub>-Emissionen mit heutigen Sektorstatistiken und Emissionstrends vergleichen zu können, werden bei der Berechnung der Pkw-CO<sub>2</sub>-Emissionen aus fossilen Kraftstoffen auch weiterhin nur die direkten Emissionen ausgewiesen. Für einen vollständigen WTW-Vergleich müssten jedoch theoretisch auch die sektoral anders zugeordneten Vorkettenemissionen hier noch hinzu addiert werden.

Die relevanten CO<sub>2</sub>-Faktoren für konventionelle Kraftstoffe lauten: Ein Liter Benzin wird im Verbrennungsmotor zu ca. 2,4 kg CO<sub>2</sub> und ein Liter Diesel zu 2,65 kg CO<sub>2</sub>. Für Autogas und CNG gelten folgende Emissionsfaktoren: aus einem Liter Flüssiggas resultieren 1,7 kg CO<sub>2</sub>, aus einem Kilogramm Erdgas 2,5 kg CO<sub>2</sub>. Über antriebsspezifische Verbräuche und Fahrleistungen lassen sich hieraus die direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen errechnen.

Hybrid-Antriebe im Sinne des Fahrzeugmodells werden wie konventionelle Antriebe behandelt - nur mit geringeren spezifischen Kraftstoffverbräuchen und Fahrleistungen.

**(2) Biogene Kraftstoffe:** Biokraftstoffe bilden im Gegensatz zu mineralischen Kraftstoffen eine vergleichsweise heterogene Kraftstoff-Gruppe. Sie können aus verschiedenen Pflanzen und Stoffen gewonnen sowie mit unterschiedlichen Methoden hergestellt werden. Biomasse entzieht der Atmosphäre beim Anbau durch Photosynthese Treibhausgase; diese negativen Treibhaus-

gas-Emissionen werden beim Verbrauch von Biokraftstoffen wieder freigegeben. Deshalb ist bei Biokraftstoffen nur der erste Teil der Supply Chain, also Well-to-Tank, für die Treibhausgas-Gesamtbilanz ausschlaggebend. Die Treibhausgas-Bilanzierung von Biokraftstoffen hängt damit von den Anbaubedingungen für die genutzte Biomasse, insbesondere der Landnutzung, von der Konversionstechnologie und den dabei eingesetzten Energierohstoffen sowie möglicherweise im Anbau- und Produktionsprozess anfallenden verwertbaren Nebenprodukten ab.<sup>31)</sup>

In den CO<sub>2</sub>-Berechnungen des Fahrzeugmodells werden bei Biokraftstoffen die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe ihres Kraftstoffanteils sowie entsprechend ihrem Minderungspotenzial gegenüber mineralischen Kraftstoffen berücksichtigt; dieses fließt in Form von CO<sub>2</sub>-Abschlägen gegenüber den direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen von Otto- und Dieselmotoren in die Berechnungen der Kraftstoff-Klimabilanzen ein. Im Trend-Szenario wurden dabei geringere CO<sub>2</sub>-Einsparungen angenommen, da hier fast nur heimische sowie weniger nachhaltige Bio-Komponenten zum Einsatz kommen als im Alternativ-Szenario. Implizit wird damit unterstellt, dass die jeweils geltenden Nachhaltigkeitsanforderungen von den eingesetzten Biokomponenten erfüllt werden. Dem Treibhausgas-Einspareffekt von biogenen Kraftstoffen wirkt dabei - aufgrund eines geringeren Energiegehalts - partiell ein Mehrverbrauchseffekt entgegen.

**(3) Fahrstrom und Wasserstoff:** Elektro-Antriebe weisen - ebenso wie Wasserstoff - Tank-to-Wheels praktisch keine direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen auf. Ihr Emissionsprofil hängt vielmehr von der eingesetzten Primärenergie und der Konversionstechnologie auf der Vorstufe ab. Da Plug-in-Hybrid, Elektro- und Wasserstoff-Antrieb nur in der Vorkette Emissionen verursachen, können sie nur Well-to-Wheels sinnvoll dargestellt werden. Über die sektorale Zuordnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Fahrstrom in der CO<sub>2</sub>-Berichterstattung wird noch zu befinden sein.



Für einen Vergleich mit herkömmlichen Kraftstoffen werden die Emissionen des Energieverbrauchs im Folgenden proportional zum jeweiligen CO<sub>2</sub>-Ausstoß angesetzt, der bei der Erzeugung von Fahrstrom entsteht. Hier wurde der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Faktor des deutschen Strommixes angesetzt. Da die eingesetzten Primärenergieträger und Prozesse zur Erzeugung von Fahrstrom - ebenso wie bei den Biokraftstoffen - im Zeitablauf variieren, ergeben sich hier außerdem variable CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren. Zudem wurde im Alternativ-Szenario eine zügigere Dekarbonisierung des Strommixes unterstellt, während es im Trend-Szenario hier nur kleine Fortschritte gibt.<sup>32)</sup> Allerdings haben Variationen der CO<sub>2</sub>-Faktoren aufgrund der noch geringen Fahrstrommengen im Betrachtungszeitraum bis 2030 nur geringen Einfluss auf die Treibhausgas-Bilanz des gesamten Pkw-Verkehrs.

Der Sekundärenergieträger Wasserstoff wird nur dann breiter zum Einsatz kommen, wenn dieser aus regenerativen Energiequellen hergestellt werden kann. Für die ohnehin niedrigen Fahrleistungen von Wasserstoff-Fahrzeugen wurden daher keine CO<sub>2</sub>-Emissionen angesetzt.

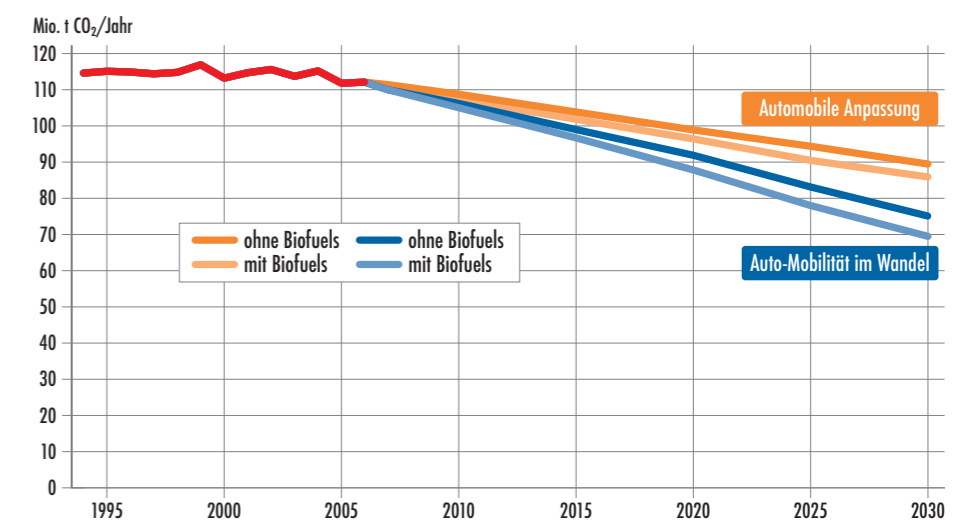
### GESAMTE CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN

Das letzte Resultat des Fahrzeug-Moduls sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Pkw-Verkehrs insgesamt nach Szenarien. In Abbildung 27 sind die CO<sub>2</sub>-Entwicklungen in den beiden Szenarien graphisch dargestellt: Schon im Trend-Szenario gehen die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Pkw-Verkehrs insgesamt unter allen getroffenen Annahmen - einschließlich Biokomponenten in Höhe von 10% - von 111,8 Mio. Tonnen im Jahr 2005 auf 85,9 Mio. Tonnen im Jahr 2030 zurück; das sind bereits 23 %

oder mehr als ein Fünftel weniger als heute. Allein im Zeitraum 2020/2005 wird eine Emissionsreduktion von etwa 14 % erreicht.<sup>33)</sup> Im Alternativ-Szenario gehen die Pkw-bedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2030 - einschließlich dann 15% Biokomponenten - auf nur noch 69,0 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> zurück; das sind rund 38 % oder fast zwei Fünftel weniger als heute. Im Zeitraum 2020/2005 wird eine CO<sub>2</sub>-Minderung von ca. 21 % erzielt.

Durch den Einsatz von Biokraftstoffen konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen wie folgt reduziert werden: Im Trend-Szenario werden durch den Einsatz von 10% Biokraftstoffen die CO<sub>2</sub>-Emissionen 2030 um 3,7 Mio. Tonnen oder gut 4%, im Alternativ-Szenario durch 15% Biokomponenten um ca. 6 Mio. Tonnen oder gut 8% im Vergleich zum ausschließlichen Einsatz von fossilen Kraftstoffen gesenkt. Der durchschnittliche reale CO<sub>2</sub>-Ausstoß je Kilometer beträgt für die Pkw-Flotte im Alternativ-Szenario weniger als 120g CO<sub>2</sub> je Pkw-km, im ungünstigeren Fall des Trend-Szenarios wären es etwa 145 g CO<sub>2</sub> je Pkw-km.

27 CO<sub>2</sub>-Emissionen des Pkw-Verkehrs (mit und ohne Biokraftstoff-Beimischungen)



<sup>32)</sup> Die CO<sub>2</sub>-Faktoren des Strommixes im Trend-Szenario wurden aus EWI/Prognos, Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030, Berlin 2005 und EWI/Prognos, Energieszenarien für den Energiegipfel 2007, Basel/Köln 2007 abgeleitet (beide im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums); das Alternativ-Szenario basiert wiederum auf dem Leitszenario 2008 in Joachim Nitsch, Leitstudie 2008: Weiterentwicklung der Ausbastrategie Erneuerbare Energien vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaschutzziele Deutschlands und Europas, Berlin 2008 (im Auftrag des Bundesumweltministeriums).

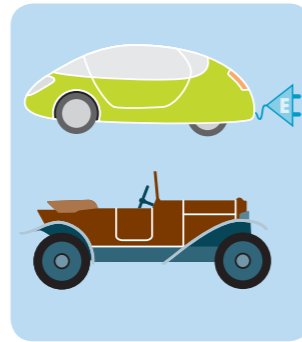
<sup>33)</sup> Im neuen EU-Klima-Programm wurde das Jahr 2005 als neues Basisjahr für die EU-Klimaschutzpolitik festgelegt. Vgl. EU-Kommission, Entscheidung über die Anstrengungen der Mitgliedstaaten zur Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen mit Blick auf die Erfüllung der Verpflichtungen der Gemeinschaft zur Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2020, KOM(2008), 17 endgültig, 2008/0014 (COD), Brüssel, den 23.1.2008. Das Ziel für Deutschland lautet gemäß Anhang minus 14% für die Nicht-Emissionshandelssektoren, darunter auch der Verkehrsbereich, im Zeitraum 2020/2005.

<sup>31)</sup> Vgl. Michael Bräuninger et al., Biokraftstoffe und Nachhaltigkeit - Ziele, Probleme, Instrumente, Lösungen, in: HWWI Policy Report Nr. 5, Hamburg 2007

## V

ZUSAMMENFASSUNG  
UND SCHLUSS-  
FOLGERUNGEN

Shell befasst sich seit vielen Jahren mit Fragen zur Zukunft der Mobilität. Seit 1958 beobachtet Shell die Entwicklung des motorisierten Individualverkehrs in Deutschland. Die letzten Shell Pkw-Szenarien erschienen im April 2004. Die neue, 25. Ausgabe der Shell Pkw-Szenarien steht im Zeichen zweifachen Wandels: auf der einen Seite eines fortschreitenden demografischen Wandels, auf der anderen einer Auto-Mobilität im Wandel, die sich immer höheren Ansprüchen an ihre Nachhaltigkeit stellen muss. Darüber hinaus stellt ein tief greifender globaler Wandel die künftige Entwicklung von Auto-Mobilität am Automobil-Standort Deutschland vor neue Herausforderungen.



In Zeiten ungewöhnlich raschen Wandels helfen traditionelle Prognosen in der Regel nicht mehr weiter; nichts ist dann wertvoller als zusätzliche Information über künftige Entwicklungen. Szenarien sind keine Prognosen. Sie können aber helfen, alternative Entwicklungspfade zu explorieren. Shell zählt zu den Pionieren der Szenario-Technik. Seit 1979 veröffentlicht Shell

auch seine Pkw-Studien zum deutschen Pkw-Markt als „Szenarien“. Aufgabe von Shell Szenarien ist es, langfristige Trends und Entwicklungen im relevanten Unternehmensumfeld zu erforschen; und Ziel ist es, politische und gesellschaftliche Diskussionen anzustoßen und voranzubringen.

Die vorliegende Pkw-Studie soll mögliche Folgen des demografischen Wandels für künftige Auto-Mobilität in Deutschland aufzeigen; und sie soll die Nachhaltigkeitsperspektiven von Pkw-Trends anhand alternativer Zukunftsentwürfe – oder kurz: Zukünfte – erforschen. Dabei wollen Shell Pkw-Szenarien Handlungsorientierung geben, indem sie Antworten auf die drängendsten Fragen der Zeit finden: Wie entwickeln sich die wichtigsten Trends rund ums Automobil? Wie nachhaltig kann und soll Auto-Mobilität morgen sein? Und wie lauten mögliche Schlussfolgerungen für die Akteure im Bereich Auto-Mobilität – für Automobil- und Kraftstoff-Produzenten, für Verkehrs-, Energie- und Klimapolitik und vor allem für den Autofahrer?

Die vorliegende Pkw-Studie trägt den Titel **„Fakten, Trends und Handlungsoptionen für nachhaltige Mobilität“**. Inhaltlich stützt sich die Pkw-Studie auf zwei Leitfragen. Diese werden aus langfristigen Trends in der Pkw-Motorisierung und harten Fakten zur Nachhaltigkeit von Auto-Mobilität abgeleitet.

Die wichtigsten Ausgangsbefunde, Kern-Ergebnisse, Schlussfolgerungen und Handlungsoptionen der Shell Pkw-Szenarien 2009 sind folgende:

PKW-MOTORISIERUNG, AUTO-MOBILITÄT  
UND VERKEHR

Deutschland ist eine hoch entwickelte Autonation. Die Pkw-Motorisierung ist sehr hoch; das Automobil ist mit Abstand Mobilitätsträger Nr. 1 im Personenverkehr. Dennoch wachsen Pkw-Dichte und damit Pkw-Flotte weiter in Deutschland. Und auch die Pkw-Fahrleistungen legen bis zuletzt weiter zu bzw. hielten sich auch bei steigenden Energiepreisen stabil auf hohem Niveau. Dabei stagniert die Bevölkerungszahl in Deutschland seit Jahren; mehr noch, Deutschland befindet sich mitten im demografischen Wandel. Hieraus ergibt sich die **erste Leitfrage** der vorliegenden Pkw-Studie:



Wie kann es sein, dass Pkw-Motorisierung und -Mobilität in einer stabilen Wirtschaft, Gesellschaft und Bevölkerung weiter wachsen? Und für die Zukunft: Wie könnte sich Auto-Mobilität in Deutschland – ausgedrückt in Pkw-Motorisierungsgrad(en) und Fahrleistungen – vor dem Hintergrund des demografischen Wandels bis zum Jahre 2030 weiter entwickeln?

Die erste Leitfrage zur Pkw-Motorisierung und -Mobilität wurde anhand eines Leitszenarios untersucht, das sich auf ein einheitliches sozioökonomisches Datengerüst stützt. **Die wichtigsten verkehrswirtschaftlichen Ergebnisse** waren:

Die zentralen Kenngrößen von Pkw-Mobilität hängen eng mit der Bevölkerungsentwicklung zusammen: Die Einwohnerzahl geht bis 2030 voraussichtlich um knapp 3,7 Mio. auf 78,5 Mio. Einwohner zurück. Gleichzeitig schreitet der demografische Wandel der deutschen Gesellschaft weiter fort. Der Anteil der über 65-Jährigen an der Bevölkerung steigt von heute 20% auf 28 % und der Anteil der unter 20-Jährigen sinkt von 19% auf 16% im Jahr 2030.

Die „automobile Emanzipation“ schreitet weiter voran. Die Motorisierung der Frauen insgesamt wird von heute etwa 340 auf gut 430 Pkw je 1.000 Frauen ansteigen; sie erreicht 2030 damit etwa 60% der Pkw-Motorisierung der Männer. Die Motorisierung der Männer legt nur noch geringfügig von heute knapp 700 auf etwa 715 im Jahr 2030 zu.

Die meisten Altersgruppen nehmen ihre Motorisierung von niedrigeren in höhere Altersklassen mit. Vor allem die Motorisierung von Frauen in den Altersklassen über 50 Jahre legt kräftig, und die von älteren Männern immerhin noch leicht zu. Hieraus folgt eine zunehmende Pkw-Motorisierung und Auto-Mobilität im Alter. Die Motorisierung der unter 30- bzw. 35-Jährigen ist dagegen für beide Geschlechter weiterhin leicht rückläufig.

Der gesamte Pkw-Bestand steigt von heute 47 Mio. Fahrzeugen auf 49,5 Mio. im Jahr 2030; daraus ergibt sich ein durchschnittlicher „statistischer“ Motorisierungsgrad über alle Haltergruppen von rund 630 Pkw pro Einwohner gegenüber heute von gut 570. Um diesen Motorisierungsgrad zu erreichen, bedarf es je nach Szenario und Jahr zwischen gut 3 und knapp 3,5 Mio. Pkw-Neuzulassungen pro Jahr.

Die immer höhere Ausstattung mit Pkw führt dazu, dass die durchschnittlichen Fahrleistungen pro Pkw von heute rund 12.500 Kilometer auf 11.900 Kilometer im Jahr 2030 zurückgehen. Die Gesamtfahrleistung der Pkw steigt dagegen von heute 588 Mrd. Fahrzeugkilometer bis zum Jahr 2020 auf 595 Mrd. an und geht dann bis 2030 leicht auf 590 Mrd. Kilometer zurück. Der Anteil der über 50-Jährigen an den gesamten Pkw-Fahrleistungen wird bis 2030 auf 35% steigen – 1995 waren es erst 23%.

Trotz demografischen Wandels bleibt die Nachfrage nach Auto-Mobilität bis zum Ende des Betrachtungszeitraums im Jahr 2030 hoch. **Welche Schlussfolgerungen** ergeben sich aus der künftigen Entwicklung von Pkw-Motorisierung und Fahrleistungen?

Der deutsche Pkw-Markt wird der volumenstärkste Pkw-Markt in der EU bleiben, auch wenn die Zahl der jährlichen Neuzulassungen kaum noch weiter wächst. Das schließt nicht aus, dass der Pkw-Absatz im Wert – wie in der Vergangenheit auch – weiter zulegt. Einkommen und Vermögen, sich automobiler Wünsche auch künftig zu erfüllen, sind jedenfalls vorhanden.

Mit der wachsenden Bedeutung von Frauen und älteren Autofahrern, kleineren Haushalten, weniger Kindern und weniger Jüngeren werden sich auch die automobilen Bedürfnisse wandeln – in Nutzung und Bedienung von Pkw, in Ausstattung, Sicherheit und Komfort, aber auch im alltäglichen Straßenverkehr.

Ein höherer Pkw-Bestand und (leicht) erhöhte Pkw-Fahrleistungen lassen die Anforderungen an die Infrastruktur, aber auch Ansprüche an die Nachhaltigkeit von Auto-Mobilität weiter steigen; das gilt umso mehr, als der Güterverkehr auf Deutschlands Straßen in den kommenden Jahren stark wachsen wird (vgl. dazu die Lkw-Trends im folgenden Kapitel).

Deutschland hat mit rund 645.000 km Länge eines der größten Straßenverkehrsnetze weltweit (vgl. Abbildung 28). Von 231.000 km überörtlichen Straßen in Deutschland sind 12.600 km Autobahnen und über 40.000 km Bundesstraßen, die zusammen das dichteste Fernstraßennetz Europas bilden. Über das Fernstraßennetz wird fast die Hälfte der Jahresfahrleistungen in Deutschland abgewickelt, obgleich diese kaum ein Viertel des überörtlichen Straßennetzes ausmachen. Noch bedeutender sind die Autobahnen, die mit etwa 5,5% Längensanteil an den überörtlichen Straßenverbindungen fast ein Drittel der Kfz-Fahrleistungen übernehmen.<sup>34)</sup>

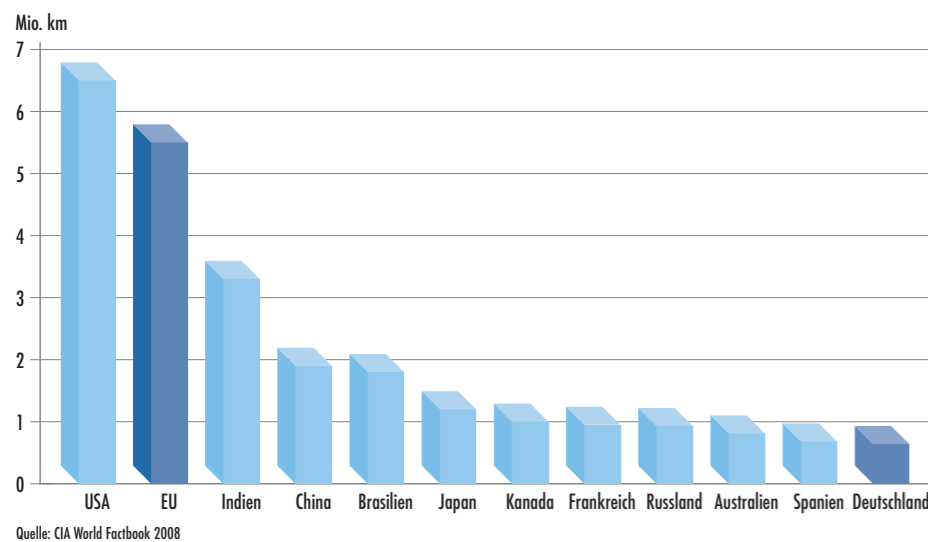
Gleichwohl können auch auf einem leistungsfähigen Straßennetz nicht alle individuellen und gesellschaftlichen Mobilitäts- und Austauschbedürfnisse gleichzeitig erfüllt werden. Weiter steigende Verkehrsdichten und -stärken auf den Hauptverkehrsachsen würden – ohne verkehrspolitische Maßnahmen – zu abnehmender Verkehrsqualität führen. Zusätzlicher Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen wären weitere Folgen. Die Ausgestal-

tung der Verkehrssysteme ist Aufgabe der Verkehrspolitik. Welche verkehrspolitischen **Handlungsoptionen** bestehen, um Verkehrsqualität zu verbessern?

Die Transport-Intensität des motorisierten Individualverkehrs (Pkw-Verkehrsleistung im Verhältnis zum BIP) wird zwar weiter sinken; der Bedarf an Auto-Mobilität wird bei steigender Pkw-Motorisierung jedoch weiterhin hoch sein. Das zeigt zum einen die persistente und weitgehend unelastische Nachfrage nach Auto-Mobilität. Zum anderen werden sich heutige Siedlungs- und regionale Entwicklungstrends weiter fortsetzen. Intermodalität und Verlagerung des Pkw-Verkehrs auf andere landgebundene Verkehrsträger kann in strukturstarken Agglomerationsräumen zur Entlastung der Straßenverkehrsnetze beitragen, ist jedoch allein nicht hinreichend, um Personen-Mobilität in Deutschland künftig bedürfnisgerecht zu erfüllen.

Angesichts weiter knapper Haushaltsmittel ist eine effizientere Nutzung und Ausgestaltung des bestehenden Straßennetzes oberste Priorität der Verkehrspolitik in Deutschland, zumal ein immer größerer Anteil der Straßenbaumittel in die Erhaltung der Bestandsnetze fließt. Zu den wichtigsten Optimierungsmaßnahmen gehören der verstärkte Einsatz von Verkehrsmanagementsystemen (Verkehrstelematik), die Entmischung schnelleren Pkw-Verkehrs und langsameren Schwerverlastverkehrs sowie die Beseitigung von Engpassstellen durch bauliche Maßnahmen.

**28 Straßennetze im internationalen Vergleich**



Ein gut ausgebautes, funktionstüchtiges Straßennetz trägt nicht nur zu Mobilität bei, sondern ist gleichzeitig ein wichtiger Standort- und Wettbewerbsfaktor. Deutschland ist führender Logistik-Standort und Verkehrsdrehscheibe Europas. Die steigende Pkw-Motorisierung, insbesondere aber der stark wachsende Straßengüterverkehr erfordern daher zusätzlich einen weiteren Ausbau der heutigen Straßenverkehrsinfrastruktur, vor allem der Hauptverkehrsachsen. Um Nachhaltigkeitsanforderungen

<sup>34)</sup> Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Straßenbaubericht 2007, Bonn 2008, S. 13-19.

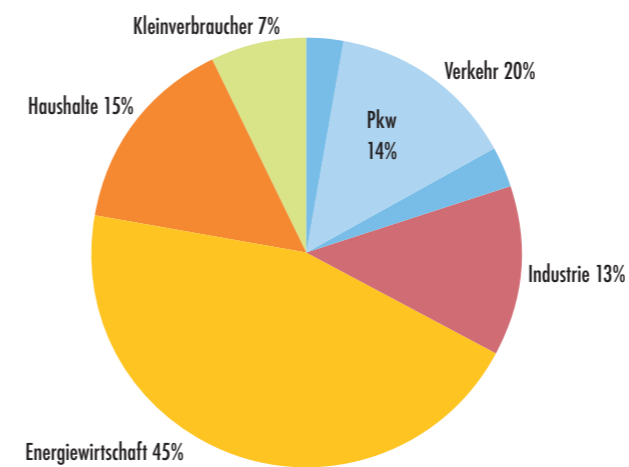
Rechnung zu tragen, muss Verkehrspolitik hierbei steigende Mobilitätsbedarfe gegenüber ökologisch-sozialen Kriterien abwägen. Ein ebenso wichtiger Schwerpunkt verkehrspolitischer Nachhaltigkeitsstrategien sind jedoch Qualität und künftige Nutzung des Automobils.

**AUTOMOBIL UND NACHHALTIGE MOBILITÄT**

Heute verbraucht das Automobil in Deutschland etwa 11% des Primärenergie-Einsatzes und steht für 14% der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen (vgl. Abbildung 29). Ziel der Verkehrs-, Energie- und Klimapolitik in der EU und Deutschland ist es, Auto-Mobilität nachhaltiger zu gestalten: Dazu sollen die Energieeffizienz von Pkw erhöht, der spezifische Kraftstoffverbrauch reduziert, mehr alternative Kraftstoffe eingesetzt und dadurch die Treibhausgas-Emissionen gesenkt werden.

Deutschland hat als eines der wenigen Industrieländer seine Treibhausgas-Emissionen seit 1990 substanziell reduzieren können. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Automobils sinken zwar auch seit Ende der 1990er Jahre. Trotz dieser zuletzt günstigen Entwicklung kann das Automobil damit jedoch (noch) nicht an die Gesamt-Performance anderer Sektoren seit 1990, dem Kyoto-Basisjahr, anknüpfen. Mit Blick auf anspruchsvolle Nachhaltigkeitsziele auch für Auto-Mobilität stellt sich daher die **zweite Leitfrage**:

**29 CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland**



Quelle: UBA; eigene Berechnungen; energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen (2006)



Wie nachhaltig wird sich Auto-Mobilität in Deutschland in den kommenden Jahren – gemessen an Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen – entwickeln? Wie und in welchem Zeitrahmen kann das Automobil welchen Beitrag zu nachhaltiger Mobilität leisten?

Das Pkw-Modul der vorliegenden Shell Pkw-Szenarien stützt sich auf das einheitliche Leitszenario zu Pkw-Motorisierung und Gesamt-Fahrleistung. Es entwickelt zwei alternative Zukünfte für Auto-Mobilität in Deutschland bis 2030: Ein Trend-Szenario „**Automobile Anpassung**“, das im Wesentlichen von einer Trend-Fortschreibung bisheriger Entwicklungen und Verhaltensmuster ausgeht, und ein Alternativ- oder Nachhaltigkeitszenario „**Auto-Mobilität im Wandel**“, bei dem strenge(re) Umwelt- und Nachhaltigkeitsziele im Bereich Verkehr systematisch mit einem ganzen Bündel umweltpolitischer Instrumente und Maßnahmen verfolgt werden.

Das erste Szenario lehnt sich dabei stark an Pkw-Trends der jüngeren Vergangenheit an; als klassische Trend-Prognose gibt es Antwort auf die Frage, welche Veränderungen sich in puncto Energieverbrauch und Treibhausgas-Emissionen ergäben, wenn sich die laufenden Pkw-Trends fortsetzten.

Das zweite Nachhaltigkeitszenario sieht signifikante Veränderungen in der Auto-Mobilität vor. Es gibt eine Vorstellung davon, welche zusätzliche Nachhaltigkeits-Performance das Auto bei beschleunigtem Wandel bis 2030 leisten könnte, aber auch welche Umstellungen hierfür erforderlich wären. Die **Kern-Ergebnisse** beider Szenarien sind folgende:

Im Szenario „**Automobile Anpassung**“ erfolgt nur ein sehr allmählicher technologischer Wandel. Heutige Antriebs- und Kraftstoff-Technologien dominieren auch weiterhin. Dennoch kommt es im konventionellen Kraftstoff-Mix zu weiteren Verschiebungen. Die Verdieselung der deutschen Pkw-Flotte hält, wenn auch in abgeschwächter Form, weiter an. Der Diesel-Anteil am Pkw-Bestand steigt bei anhaltend hohen Neuzulassungszahlen von heute 24% auf fast 40% im Jahr 2030. Biokraftstoffe legen bis 2030 nur noch langsam zu – von heute (2007) weniger als 4% bis auf 10%. Bei den alternativen Antrieben können lediglich Hybrid-Fahrzeuge bis 2030 substanzielle Anteile mit rund 20% am Neufahrzeug-Markt erobern. Die übrigen alternativen



Kraftstoffe und Antriebe können zwar jeder ihre spezifische Nische erweitern, kommen aber dennoch nicht auf substanzielle Anteile. Folglich sind auch im Jahr 2030 noch drei Viertel aller Pkw im Wesentlichen mit klassischem Verbrennungsmotor ausgestattet, einschließlich Hybrid sind es sogar über 90%.

Der spezifische Kraftstoffverbrauch des Pkw-Bestands geht von 7,8 auf 6,1 l/100 km zurück. Der Kraftstoffverbrauch insgesamt (ohne Fahrstrom und Wasserstoff) sinkt im Trend-Szenario von 35,1 Mio. Tonnen im Jahr 2005 um etwa ein Fünftel auf 28,1 Mio. Tonnen im Jahr 2030. Dabei entwickeln sich die konventionellen Antriebe sehr unterschiedlich: Während Otto-Fahrzeuge 2030/2005 etwa 45% weniger konsumieren, legt der Verbrauch von Diesel-Pkw bis 2020 weiter zu und liegt im Vergleich 2030/2005 um 30% höher. Unter Berücksichtigung von Bio-Anteilen sinkt der Pkw-Verbrauch fossiler Kraftstoffe auf 25,3 Mio. Tonnen im Jahr 2030. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen aller Pkw gehen von 2005 – unter Berücksichtigung aller alternativen Kraftstoffe und Antriebe – bis 2020 um 14%, bis 2030 um über 23% zurück.

Im Alternativ-Szenario „**Auto-Mobilität im Wandel**“ erfolgt – flankiert von einer zielstrebigem Verkehrs-, Energie- und Klimapolitik – ein beschleunigter technologischer Wandel. In der Folge setzen sich alternative Kraftstoffe und Antriebe schneller über Neuzulassungen im Pkw-Bestand durch. Es kommt auch hier, bis etwa 2020, zu einer weiteren Verdieselung der Pkw-Flotte. Markanteste Veränderung im Pkw-Mix ist jedoch eine zügige Hybridisierung; bis 2030 werden rund die Hälfte aller Neuzulassungen Hybrid-Fahrzeuge sein – mehr als reine Otto- und Diesel-Antriebe zusammen. Parallel dazu beschleunigt sich der technische Fortschritt konventioneller Antriebe, was sich in rascher sinkenden spezifischen Kraftstoffverbräuchen bemerkbar macht. Nachhaltige Biomasse steht reichlicher zur Verfügung, Biokraftstoffe erreichen im Jahr 2030 einen Anteil von 15% an konventionellen Flüssigkraftstoffen. Elektro-Fahrzeuge kommen bis 2030 auf einen Anteil von 10% an den Neuzulassungen und machen dann etwa 2 Mio. Fahrzeuge im Pkw-Bestand aus. Wasserstoff-Technologie findet über erste kommerzielle Großanwendungen allmählich stärkere Verbreitung. Obgleich der Pkw mit ausschließlich konventioneller Antriebstechnik im Jahr 2030 kaum mehr als ein Drittel aller Neuzulassungen auf sich vereinigt, stützen sich auch dann – mit Otto-, Diesel- und Hybrid-

Antrieb zusammen – immerhin noch rund 85% aller Pkw primär auf das Prinzip des Verbrennungsmotors.

Der spezifische Kraftstoffverbrauch der Pkw-Flotte geht von 7,8 auf 5,2 l/100 km zurück. Der Kraftstoffverbrauch insgesamt (ohne Fahrstrom und Wasserstoff) sinkt im Alternativ-Szenario von 35,1 Mio. Tonnen im Jahr 2005 um etwa ein Drittel auf 23,5 Mio. Tonnen im Jahr 2030. Auch hier verläuft die Verbrauchsentwicklung der Haupt-Antriebe sehr unterschiedlich: Ottokraftstoffe verzeichnen 2030/2005 ein Minus von etwa 50%; der Kraftstoffverbrauch von Diesel-Fahrzeugen geht nach zwischenzeitlichem Anstieg bis 2015 wieder auf das Niveau von 2005 zurück. Unter Berücksichtigung von Bio-Anteilen sinkt der Pkw-Verbrauch fossiler Kraftstoffe bis 2030 auf nur noch 20 Mio. Tonnen. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen aller Pkw gehen von 2005 – unter Berücksichtigung aller alternativen Kraftstoffe und Antriebe – bis 2020 um 21% und bis 2030 um 38% zurück.

Trend- und Alternativ-Szenario unterscheiden sich damit nicht unerheblich. **Welche Schlussfolgerungen lassen sich aus den beiden Pkw-Szenarien ableiten?**

Da die Gesamt-Fahrleistungen, bedingt durch den demografischen Wandel, kaum noch steigen, werden die spezifischen Verbrauchsreduktionen beim konventionellen Antrieb künftig deutlich stärker sichtbar. So kann bereits durch die zu erwartende Emissionsreduktion im Trend-Szenario die klimapolitische Ziel-Vorgabe der EU für Nicht-Emissionshandelssektoren in Deutschland, die Treibhausgas-Emissionen im Zeitraum 2020/2005 um 14% zu reduzieren, vom Pkw-Sektor erreicht werden. Allerdings kommt es unter Trend-Bedingungen nur zu einer allmählichen Diversifizierung von Antriebs-Kraftstoff-Kombinationen – in erster Linie über alternative Kraftstoffe.

Das Nachhaltigkeits-Szenario „Auto-Mobilität im Wandel“ senkt die Pkw-bedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen nochmals deutlich – 2030/2005 um fast zwei Fünftel. Gleichwohl liegen Zielvorgaben von minus 40% CO<sub>2</sub>-Emissionen im Zeitraum 2020/1990 für den Pkw-Bereich eindeutig außer Reichweite. Auf der anderen Seite kommt es zu einer deutlich stärkeren Diversifizierung durch neue Kraftstoffe und Antriebe. Dennoch basiert die Kraftstoff-Versorgung der Pkw-Flotte 2030 in beiden Szenarien immer noch zu über 80% auf konventionellen Kraftstoffen in primär konventionellen Antrieben. Ganz entscheidend für den beschleunigten Entwicklungspfad auch des Nachhaltig-

keits-Szenarios sind demzufolge Verbrauchsreduktionen beim Verbrennungsmotor.

Schließlich kann man fragen, welche der beiden Zukünfte „besser“ wäre.<sup>35)</sup> In seinen aktuellen Energie-Szenarien hat Shell erstmals eine Präferenz für das Alternativ-Szenario „Blueprints“ ausgesprochen.<sup>36)</sup> Ausgehend von den klima- und energiepolitischen Bewertungskriterien Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen ist das Alternativ-Szenario eindeutig vorzuziehen. Noch schwerer wiegt, dass das Trend-Szenario mit seinem Antriebs- und Kraftstoffmix (noch) keine Antworten auf die Frage „Wie kann Auto-Mobilität jenseits 2030 aussehen?“ gibt.

Das Alternativ-Szenario entwirft nicht nur die Perspektive einer nachhaltige(re)n Auto-Mobilität; es stellt zugleich eine weitaus größere Herausforderung für alle automobilen Akteure dar. Daher stellt sich die Frage: Wie können wir uns auf das Nachhaltigkeits-Szenario vorbereiten? **Und welche Handlungsoptionen stehen dafür zur Verfügung?**

Für eine beschleunigte ökologische Modernisierung des Pkw-Bestands, seien es konventionelle oder alternative Antriebe, bedarf es erstens eines schnelleren Flotten-Umschlags; dies kann wiederum nur über höhere Lösungsquoten und Neuzulassungen erfolgen. Bei einer statistischen Pkw-Lebenserwartung von heute 13 bzw. 15 Jahren kann Auto-Mobilität nicht innerhalb weniger Jahre revolutioniert werden. Bei heutigen Zulassungszahlen alternativer Antriebe ist davon auszugehen, dass Struktur und Zusammensetzung der heutigen Pkw-Flotte Auto-Mobilität in Deutschland zumindest bis 2020 vorprägen. Im Rahmen des klimapolitisch angezeigten Handlungszeitfensters bis etwa 2020 können substanzielle Beiträge praktisch nur über systemkonforme Lösungen erreicht werden, das heißt über konventionelle Antriebe, über flüssige Kraftstoffe und über sparsameres Fahrverhalten.

Zweitens ist für den Verbraucher das Automobil – nach Immobilien – das wohl langlebigste Investitionsgut. Für seine Entscheidung bei der Anschaffung benötigt er klare Rahmenbedingungen. Da es sich beim Treibhausgas-

Problem um eine Form des Marktversagens handelt, müssen diese Rahmenbedingungen durch den Staat gesetzt werden<sup>37)</sup> – zum Beispiel durch ökonomische Anreize oder durch CO<sub>2</sub>- und Effizienzstandards. Dabei erwartet der Verbraucher ein in Preis und Leistung wettbewerbsfähiges Mobilitätsangebot – auch bei alternativen Technologien.

Drittens sind alternative Antriebs- und Kraftstoff-Technologien nach wie vor sehr teuer. Alle Alternativen erfordern noch intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Um Nachhaltigkeits-Technologien im Markt zu etablieren, sind daher umfangreiche Investitionen erforderlich. Hierfür benötigen Automobil-Produzenten und Kraftstoff-Anbieter ebenfalls stabile Rahmenbedingungen. Letztendlich bedarf es aber globaler Technologie-Konzepte für nachhaltige Auto-Mobilität; denn nur über hohe Stückzahlen und Absatzvolumina können die enormen Vorlauf-Investitionen getragen werden.

Alles in allem sind die Optionen, Auto-Mobilität nachhaltiger zu gestalten, vielfältig. Gleichwohl lässt sich heute noch nicht sagen, welche Technologie-Kombination von Antrieb und Kraftstoff sich wann durchsetzt. Sicher ist lediglich, dass der Verbrennungsmotor und mit ihm auch konventionelle Kraftstoffe noch lange eine wichtige Rolle spielen werden. In der Zwischenzeit ist es erforderlich, ein breites Portfolio an alternativen Antriebs- und Kraftstoff-Technologien gleichzeitig zu verfolgen – seien es Biokraftstoffe, synthetische Kraftstoffe, Elektromobilität oder Wasserstoff-Technologie. Denn für die global rasch wachsende Nachfrage nach individueller Auto-Mobilität, Kraftstoffen und Energie werden alle Optionen benötigt.

Die Transformation heutiger Energie- und Mobilitätssysteme ist eine anspruchsvolle und komplexe Aufgabe. Um so wichtiger ist frühzeitiges Handeln, Ansprache und Einbindung der Autofahrer sowie eine enge Kooperation aller automobilen Akteure – von Automobil-Herstellern und Kraftstoff-Entwicklern, zwischen Politik und Unternehmen, aber auch zwischen den Regierungen. Denn nur so lässt sich die globale CO<sub>2</sub>-Problematik lösen – global.

<sup>35)</sup> Zu preferable futures vgl. Joseph Voros, A Generic Foresight Process Framework, in: Foresight, Vol. 5 (2003), Issue 3, S. 17.

<sup>36)</sup> Vgl. Shell International, Shell Energy Scenarios to 2050, Den Haag 2008, S. 4.

<sup>37)</sup> Vgl. Nicolas Stern, a.a.O., S.1: „Climate change ... is the greatest example of market failure we have ever seen.“

LKW-TRENDS

LKW-TRENDS IN DEUTSCHLAND UND EUROPA

PKW-TRENDS IN ÖSTERREICH UND DER SCHWEIZ



Die Güterverkehrsentwicklung in Deutschland und Europa ist seit geraumer Zeit durch ein im Verhältnis zum Personenverkehr erheblich dynamischeres Wachstum charakterisiert, insbesondere wenn man diese Entwicklung nicht alleine in der Dimension des Verkehrsaufkommens (beförderte Tonnen), sondern auch in der Dimension der Verkehrsleistung als Produkt aus Transportaufkommen und Transportentfernung (Tonnenkilometer) betrachtet. So legte die Verkehrsleistung im bodengebundenen Personenverkehr (auf Straßen und Schienen, ohne Krafträder und Mopeds) in den 15 alten EU-Ländern zwischen 1995 und 2007 von 4.290 auf 4.980 Mrd. Personenkilometer und damit um insgesamt 16% bzw. um 1,2% im Jahresdurchschnitt zu, während im selben Zeitraum die Güterverkehrsleistungen (auf Straßen, Schienen und Binnenwasserstraßen) von 1.460 Mrd. auf 2.130 Mrd. Tonnenkilometer und damit insgesamt um 45% bzw. um jahresdurchschnittlich 3,2% zulegten.<sup>38)</sup>

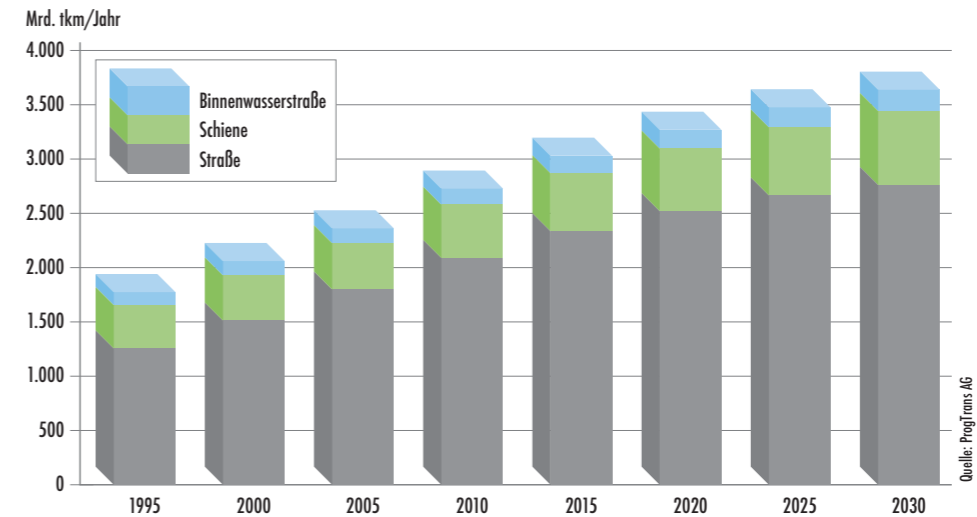
Ähnlich markant sind die Entwicklungsunterschiede, wenn man sie für ganz Europa – also unter Einschluss der neuen EU-Mitgliedsstaaten sowie Norwegen und der Schweiz – betrachtet: Die Personenverkehrsleistung legte in diesen 29 Ländern zwischen 1995 und 2007 von 5.000 auf 5.920 Mrd. Personenkilometer und damit um insgesamt 18% zu, während die Güterverkehrsleistung von 1.770 auf 2.550 Mrd. Tonnenkilometer und damit um 44% zulegte. In Deutschland alleine betrug der Anstieg des Güterverkehrs in dieser Periode 47%, und im Jahr 2007 entfiel knapp ein Viertel aller Güterverkehrsleistungen in den 29 genannten europäischen Ländern auf deutsche Verkehrswege. Entscheidende Gründe für diese Dynamik sind die zunehmende internationale Arbeitsteilung, die sich bisher insbesondere innerhalb Europas abspielt und durch die Öffnung des Ostens zusätzliche Impulse erfahren hat, sowie das Anwachsen des damit einhergehenden Güterausstauschs in ganz Europa, so dass mit steigenden Gütermengen auch stark steigende Transportdistanzen einhergehen.

Der starke Warenaustausch wurde nicht zuletzt möglich durch starke Fortschritte und Effizienzsteigerungen bei logistischen Dienstleistungen. Diese Entwicklung wurde vor allem vom Straßengüterverkehr getragen, der seinen Marktanteil – bezogen auf die Güterverkehrsleistungen von Straße, Schiene und Binnenwasserstraße insgesamt – in den genannten 29 Ländern von 70,7% im Jahr 1995 auf 76,3% im Jahr 2007 steigern konnte.

In jüngster Zeit erlebt der Schienengüterverkehr in manchen Relationen eine kleine Renaissance. Zum einen erhöht die internationale Arbeitsteilung die Transportdistanzen deutlich: Immer mehr Waren

<sup>38)</sup> Zu Daten und Prognosen in Lkw-Trends vgl., soweit nicht anders angegeben, ProgTrans AG, European Transport Report 2007/2008, Analysis and Forecasts for 37 European and Overseas Countries, Basel 2007.

Entwicklung der Güterverkehrsleistung in Europa nach Verkehrsträgern

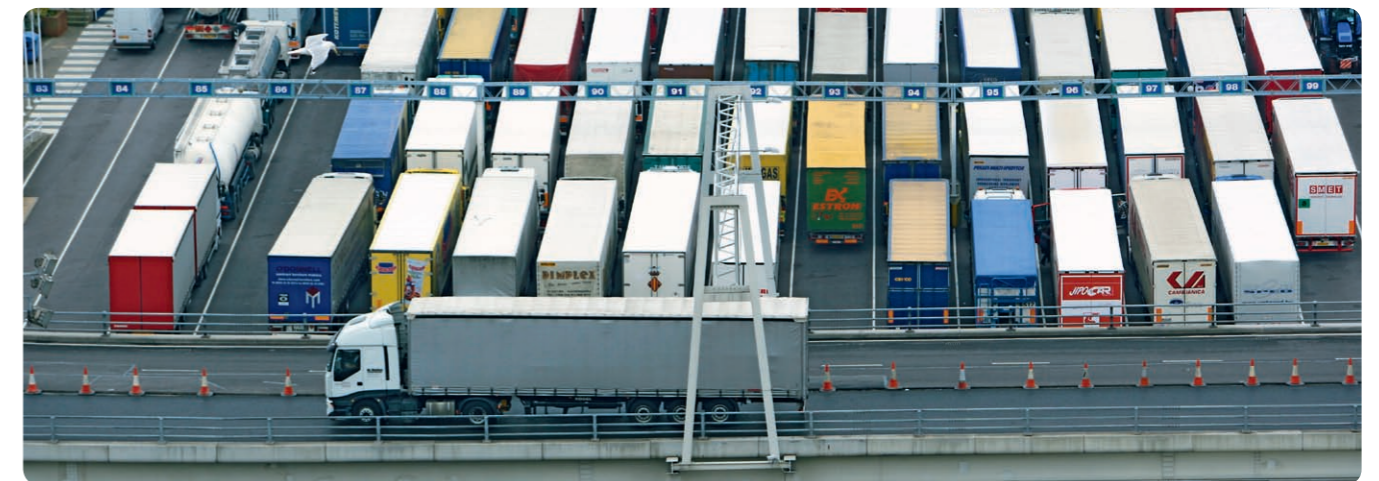


werden heute vor allem im Seehafen hinterlandverkehr und im alpenquerenden Verkehr in Containern befördert, was der Schiene als Partner kombinierter Verkehre zugute kommt. Zum anderen haben die „Eisenbahnpakete“ der EU durch eine Öffnung der Märkte und eine Erhöhung der Interoperabilität starke Anreize zur Produktivitätssteigerung gegeben und teilweise auch einen Strukturwandel in Gang gebracht.

Die Güterverkehrsleistungen in Europa werden in den oben genannten 29 Ländern von 2007 bis 2030 insgesamt um weitere 43% zulegen (vgl. Abbildung 30); das EU-Forschungsprojekt „Scenarios for the Transport system and Energy supply and their Potential effectS“

(STEPS) kommt für den Zeitraum 2005 bis 2030 sogar auf einen Anstieg der Güterverkehrsleistungen in der EU von nahezu 120%.<sup>39)</sup> Für Deutschland ist ein Anstieg der Güterverkehrsleistungen von 2007 bis 2030 in Höhe von 55% zu erwarten; von 2005 bis 2050 könnten die Güterverkehrsleistungen sogar um 113% zulegen.<sup>40)</sup>

Die Schiene wird aus den gleichen Gründen, die bereits in jüngerer Zeit zur Stärkung ihrer Marktposition beigetragen haben, den Marktanteilsverlust stoppen. Die Bahn kann ihre Marktanteile in einigen Relationen sogar ausbauen, wengleich sie aufgrund ihrer typischen Transportgüter – wie Fahrzeuge, Maschinen, Energie und Chemie sowie Metalle und Steine – weiterhin stärker konjunkturanfällig sein wird als die Straße. Im Jahr 2030 dürfte der Marktanteil der Straße an allen Güterverkehrsleistungen in den genannten 29 Ländern knapp 76% betragen; hierfür müsste der Lkw-Bestand von 2007 bis 2030 um 22% in den 29 europäischen Ländern und in Deutschland sogar um 30% steigen. Auf die Schiene entfallen im Modalsplit im Jahr 2030 knapp 19% Verkehrsleistungsanteile und gut 5% auf die Binnenwasserwege.



<sup>39)</sup> Vgl. Andrés Monzón, Adrian Nuijten, Transport Strategies under Scarcity of Energy Supply. Endbericht zum Forschungsprojekt STEPS (Scenarios for the Transport system and Energy supply and their Potential effectS) im 6. EU-Forschungsrahmenprogramm, The Hague 2006, S. 123.

<sup>40)</sup> Vgl. Lutz Ickert et al., Abschätzung der langfristigen Entwicklung des Güterverkehrs in Deutschland bis 2050. Untersuchung der ProgTrans AG im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Basel 2007, S. 119.

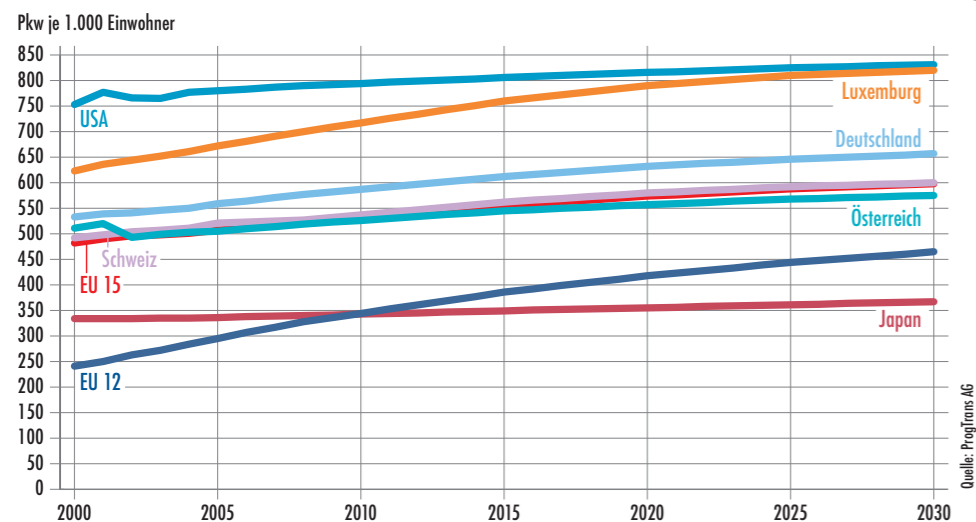
PKW-TRENDS IN ÖSTERREICH

Österreich weist im europäischen Vergleich eine relativ hohe Mobilität mit Landverkehrsmitteln auf, wenn man die je Einwohner und Jahr durchschnittlich mit Pkw, Bussen und Bahnen zurückgelegte Verkehrsleistung betrachtet: 1995 waren dies etwa 12.400 Kilometer, im Jahr 2007 13.250, und im Jahr 2030 werden es 14.250 Kilometer je Person sein (vgl. Abbildung 32). Damit lag Österreich immer unter den ersten zehn Ländern Europas.<sup>41)</sup>

In Verbindung mit den jeweiligen Bevölkerungszahlen resultiert aus der genannten Entwicklung ein Anstieg der Personenverkehrsleistungen insgesamt um knapp 12% zwischen den Jahren 1995 und 2007, und im Prognosezeitraum von 2007 bis 2030 kommen weitere 13% hinzu; das Wachstum flacht sich also auf hohem Mobilitätsniveau ab.<sup>42)</sup> Die Weiterentwicklung und Aktualisierung der nationalen Verkehrsprognose erfolgt unter dem Projekt-Titel „Verkehrsprognose Österreich 2025+“; sie liegt zur Zeit aber noch nicht vor.<sup>43)</sup>

Die Motorisierung, also der Pkw-Bestand je 1.000 Einwohner, liegt in Österreich ebenfalls vergleichsweise hoch: Rein statistisch konnte die Bevölkerung Österreichs bereits im Jahr 2004 auf den Vordersitzen ihrer Pkw Platz nehmen. Bis zum Jahr 2030 ist ein weiterer Anstieg der Motorisierung auf etwa 575 Pkw je 1000 Einwohner

31 Entwicklung der Motorisierung in ausgewählten Ländern



zu erwarten (vgl. Abbildung 31), was in Verbindung mit der Bevölkerungsprognose zu einem Pkw-Bestand von knapp 5 Mio. Fahrzeugen führt; im Jahr 2007 waren es noch knapp 4,3 Mio. Pkw. Bezüglich Motorisierung lag Österreich im Jahr 2007 unter allen 27 EU-Ländern auf Platz 6, im Jahr 2030 wird Österreich mehrere Plätze zurückgefallen sein, weil einige kleinere Staaten mit einer hohen Motorisierungsdynamik dann höhere Motorisierungsgrade aufweisen werden.

Österreich hat - gemessen an seiner Motorisierung - einen vergleichsweise hohen Anteil des öffentlichen Verkehrs mit Bussen und Bahnen an allen motorisierten Personenverkehrsleistungen (Personenkilometer): Im Jahr 1995 betrug der Anteil der Verkehrsleistungen mit Pkw nur 72% (im Durchschnitt der 15 alten EU-Mitgliedsländer hingegen 83,5%), und im Jahr 2007 waren es 75,3% (in der EU-15 immer noch 83,5%). 2030 wird der Anteil der Pkw-Verkehrsleistungen an allen Personenverkehrsleistungen auf österreichischen Verkehrswegen auf gut 75% ansteigen, im Durchschnitt aller 27 EU-Länder - wie auch der 15 alten EU-Länder - dann aber knapp 83% betragen.

PKW-TRENDS IN DER SCHWEIZ

Die Schweiz weist im europäischen Vergleich die höchste Mobilität mit Landverkehrsmitteln auf, wenn man die je Einwohner und Jahr durchschnittlich mit Pkw, Bussen und Bahnen zurückgelegte Verkehrsleistung betrachtet: Im Jahr 1995 waren dies etwa 13.300 Kilometer, im Jahr 2007 15.200 Kilometer; im Jahr 2030 werden es 16.750 Kilometer je Person sein (vgl. Abbildung 32). Damit lag die Schweiz bisher bezüglich motorisierter Mobilität immer an der Spitze aller Länder Europas. Im internationalen Vergleich wird sie nur noch von den USA übertroffen.

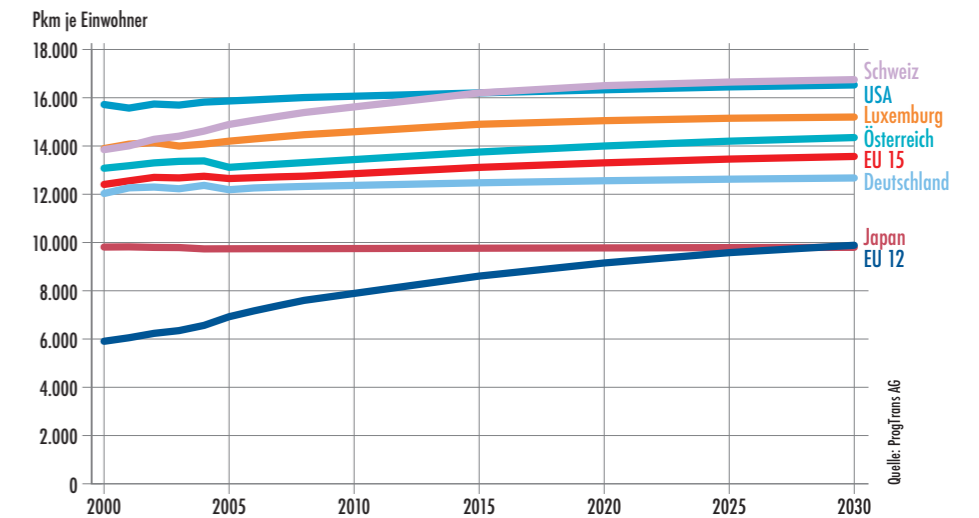
In Verbindung mit den jeweiligen Bevölkerungszahlen re-

sultiert aus der genannten Entwicklung ein Anstieg der Personenverkehrsleistungen insgesamt um über 21% zwischen den Jahren 1995 und 2007, und im Prognosezeitraum von 2007 bis 2030 kommen weitere 18% hinzu; das Wachstum flacht sich also auf hohem Mobilitätsniveau ab. Vergleichbare aktuelle nationale Prognosen liegen derzeit nicht vor, weil die Ergebnisse des schweizerischen Personenverkehrs bis 2030“ aus dem Jahr 2006 inzwischen aufgrund einer deutlich höher anzunehmenden Bevölkerungsentwicklung nicht mehr sehr aussagekräftig sind.<sup>44)</sup>

Die Motorisierung, also der Pkw-Bestand je 1.000 Einwohner, ist in der Schweiz ebenfalls vergleichsweise hoch (vgl. Abbildung 31): 1995 lag die Schweiz mit einem Motorisierungsgrad von 456 Pkw je 1.000 Einwohner hinter Luxemburg, Italien und Deutschland auf Platz 4 in Europa, und bereits im Jahr 2002 übertraf die Motorisierung der Schweiz den Schwellenwert von 500 Pkw je 1.000 Einwohner. Bis zum Jahr 2030 dürfte der Motorisierungsgrad auf 600 Pkw je 1.000 Einwohner ansteigen, was in Verbindung mit der UN-Bevölkerungsprognose zu einem Pkw-Bestand von knapp 4,8 Mio. Fahrzeugen führt; in 2007 waren es noch knapp 3,9 Mio. Pkw. Bezüglich Motorisierung lag die Schweiz im Jahr 2007 unter allen europäischen Ländern auf Platz 5; im Jahr 2030 wird die Schweiz wie Österreich hinter einige kleinere Staaten zurückfallen, die eine hohe Motorisierungsdynamik aufweisen.

Die Schweiz hat - entgegen weit verbreiteter Meinung - keinen besonders hohen Anteil des öffentlichen Verkehrs mit Bussen und Bahnen an allen motorisierten Personenverkehrsleistungen (Personenkilometer): Im Jahr 1995 betrug der Anteil der Verkehrsleistungen mit Pkw 80% und lag damit nur wenig unter dem Durchschnitt

32 Entwicklung der Pro-Kopf-Verkehrsleistung in ausgewählten Ländern



der 15 alten EU-Mitgliedsländer (83,5%); im Jahr 2007 waren es immer noch 79,6% (und in der EU-15 immer noch 83,5%). Bis 2030 wird mit einem Rückgang des Anteils der Pkw-Verkehrsleistungen an allen Personenverkehrsleistungen auf Schweizer Verkehrswegen auf 77,5% gerechnet, im Durchschnitt aller 27 EU-Länder (wie auch der 15 alten EU-Länder) werden es dann aber knapp 83% sein.

Die oftmals zitierte hohe Mobilität der Schweizer im öffentlichen Verkehr („Europameister im Bahnfahren“) bezieht sich nur auf den Eisenbahn(fern)verkehr: Hier weist die Schweiz tatsächlich sehr hohe Pro-Kopf-Raten auf; im Jahr 2007 lagen sie mit weitem Abstand vor den Franzosen, Dänen, Schweden und Österreichern an der europäischen Spitze.

Man sollte dabei allerdings nicht übersehen, dass die Nutzung öffentlicher Straßenpersonenverkehrsmittel in der Schweiz relativ gering ist und dass die hohe Bahnreiseintensität Bestandteil einer insgesamt überdurchschnittlich hohen Mobilität ist.

<sup>41)</sup> Zu Daten und Prognosen in Pkw-Trends Österreich und der Schweiz vgl. ProgTrans AG, European Transport Report 2007/2008, Analysis and Forecasts for 37 European and Overseas Countries, Basel 2007.

<sup>42)</sup> Zur Entwicklung der Bevölkerungszahlen vgl. United Nations Population Division, World Population Prospects: The 2006 Revision Population Database, New York 2006.

<sup>43)</sup> Zum Projekt-Stand vgl. die Projekt-Website unter [www.trafico.at](http://www.trafico.at)

<sup>44)</sup> Vgl. Bundesamt für Raumentwicklung, Perspektiven des schweizerischen Personenverkehrs bis 2030, Bern 2030; siehe auch [www.are.admin.ch](http://www.are.admin.ch)



**Adolf, Jörg**, Demografischer Wandel und die Zukunft der Auto-Mobilität in Deutschland, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 55. Jg (2005), Heft 12, S. 948-951.

**Adolf, Jörg**, Boom in der Biokraftstoffbranche – eine nachhaltige Entwicklung, in: Wirtschaftsdienst, 86. Jg. (2006), Heft 12, S. 778-785.

**Bräuninger, Michael et al.**, Biokraftstoffe – Option für die Zukunft? Ziele, Konzepte, Erfahrungen, in: HWWI Policy Report Nr. 1, Hamburg 2006.

**Bräuninger, Michael et al.**, Biokraftstoffe und Nachhaltigkeit – Ziele, Probleme, Instrumente, Lösungen, in: HWWI Policy Report Nr. 5, Hamburg 2007.

**Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung**, Raumordnungsprognose 2025, in: BBR-Berichte KOMPAKT, Nr. 2, 2008.

**Bundesamt für Raumentwicklung**, Perspektiven des schweizerischen Personenverkehrs bis 2030, Bern 2030.

**Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung**, Straßenbaubericht 2007, Bonn 2008.

**Bundesregierung**, Umsetzungsbericht Integriertes Energie- und Klimaprogramm (IEK-Programm), Berlin 2007.

**Bundesregierung**, Sachstand und Eckpunkte zum Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität, Berlin 2008.

**BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH / Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. / Institut für Seeverkehrswirtschaft und -logistik (BVU/DLR/ISL)**, Gleitende Mittelfristprognose für den Güter- und Personenverkehr – Kurzfristprognose Sommer 2008, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, o.O. 2008.

**Chamon, Marcos / Mauro, Paolo / Okawa, Yohei**, Mass Car Ownership in the Emerging Market Giants, in: Economic Policy, S. 244-296.

**CONCAWE / EUCAR / Joint Research Centre**, Well-to-Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains, in: European Context WELL-TO-WHEELS Report Version 2c, March 2007.

**Dastillung, M. et al.**, Oil Refining in the EU in 2015, in: CONCAWE, Report. 01/07, Brüssel 2007.

**de Geus, Arie**, The Living Company, Boston/Massachusetts 1997.

**Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW)**, Verkehr in Zahlen (ViZ), im Auftrag des BMVBS, verschiedene Ausgaben, Hamburg verschiedene Jahre.

**Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung / Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (DIW/infias)**, Mobilität in Deutschland 2002 (MiD). Endbericht, Berlin/Bonn 2003.

**Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung / Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (DIW/infias)**, Mobilität in Deutschland 2002 (MiD 2002). Ergebnisbericht, Berlin/Bonn 2004.

**EU-Commission**, Communication. 20 20 by 2020. Europe's Climate Change Opportunity, Brussels, 23.1.2008, COM (2008) 30 final.

**EU-Kommission**, Entscheidung über die Anstrengungen der Mitgliedstaaten zur Reduktion ihrer Treibhausgas-Emissionen mit Blick auf die Erfüllung der Verpflichtungen der Gemeinschaft zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen bis 2020, KOM (2008) 17 endgültig, 2008/0014 (COD), Brüssel, den 23.1.2008.

**EU-Kommission**, Vorschlag für eine Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen, KOM(2007) 19 endgültig, 2008/0016 (COD), Brüssel, den 23.1.2008.

**EWI / Prognos**, Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030. Energiewirtschaftliche Referenzprognose, Energiereport IV – Kurzfassung, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, Berlin 2005.

**EWI / Prognos**, Energieszenarien für den Energiegipfel 2007, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Basel/Köln 2007.

**Fishedick, Manfred et al.**, Geologische CO<sub>2</sub>-Speicherung als klimapolitische Handlungsoption. Technologien, Konzepte, Perspektiven, in: Wuppertal Spezial 35, Wuppertal 2007.

**Ickert, Lutz et al.**, Abschätzung der langfristigen Entwicklung des Güterverkehrs in Deutschland bis 2050, Untersuchung der ProgTrans AG im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Basel 2007.

**International Energy Agency**, Energy Technology Perspectives 2008. Scenarios and Strategies to 2050, Paris 2008.

**International Energy Agency**, World Energy Outlook 2008, Paris 2008.

**International Panel on Climate Change (IPCC)**, Fourth Assessment Report. Climate Change 2007: Synthesis Report. Summary for Policy Makers, o.O. 2007.

**Kalinowska, Dominika / Kunert, Uwe**, Kraftfahrzeugverkehr 2006 trotz konjunkturellen Aufschwungs nur wenig gestiegen, in: Wochenbericht Nr. 40/2007, S. 573-580.

**Kalinowska, Dominika / Kunert, Uwe**, Kraftfahrzeugverkehr 2007: Alternative Antriebe bei Pkw auf dem Vormarsch, in: Wochenbericht Nr. 50/2008, S. 796-804.

**Kraftfahrt-Bundesamt (KBA)**, Statistische Mitteilungen. Fahrzeugzulassungen (FZ), Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern, verschiedene Ausgaben, Flensburg 1999-2008.

**Kraftfahrt-Bundesamt (KBA)**, Statistische Mitteilungen. Fahrzeugzulassungen. Bestand, Emissionen, Kraftstoffe. Flensburg 2008.

**Kraftfahrt-Bundesamt (KBA)**, Statistische Mitteilungen. Reihe 2: Fahrzeugbestand, versch. Ausgaben, Flensburg versch. Jahre.

**Monzon, Andrés / Nuijten, Adrian**, Transport strategies under scarcity of energy supply, Endbericht zum Forschungsprojekt „STEPS“ (Scenarios for the Transport system and Energy supply and their Potential effectS) im 6. EU-Forschungsrahmenprogramm, Den Haag 2006.

**Nitsch, Joachim**, Leitstudie 2008: Weiterentwicklung der Ausbaustrategie Erneuerbare Energien vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaschutzziele Deutschlands und Europas, im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Stuttgart 2008.

**Oeltze, Sven et al.**, Szenarien der Mobilitätsentwicklung unter Berücksichtigung von Siedlungsstrukturen bis 2050, Untersuchung der Tramp GmbH im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Magdeburg 2006.

**Prognos AG**, Prognos World Report 2007-2020. Analysen und Prognosen für 30 Industrieländer, Basel 2007.

**ProgTrans AG**, European Transport Report 2007/2008, Analysis and Forecasts for 37 European and Overseas Countries, Basel 2007.

**Shell Deutschland Oil**, Shell Pkw-Szenarien bis 2030: Flexibilität bestimmt Motorisierung, Szenarien des Pkw-Bestands und der Neuzulassungen in Deutschland bis zum Jahr 2030, Hamburg 2004.

**Shell International**, Energy Needs, Choices and Possibilities. Scenarios to 2050, London 2001.

**Shell International**, Scenarios: An Explorer's Guide, London 2003.

**Shell International**, Shell Global Scenarios to 2025, London 2005.

**Shell International**, Shell Energy Scenarios to 2050, Den Haag 2008.

**Statistisches Bundesamt**, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2003 (EVS 2003), Wiesbaden 2005.

**Statistisches Bundesamt**, 11. Koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung – Annahmen und Ergebnisse, Wiesbaden 2006.

**Statistisches Bundesamt**, Entwicklung der Privathaushalte bis 2025. Ergebnisse der Haushaltsvorausberechnung 2007, Wiesbaden 2007.

**Statistisches Bundesamt**, Energieverbrauch der privaten Haushalte, Wiesbaden 2008.

**Stern, Nicolas**, The Economics of Climate Change. The Stern Review, Cambridge 2007.

**United Nations Population Division**, World Population Prospects: The 2006 Revision Population Database, New York 2006.

**van der Heijden, Kees**, The Art of Strategic Conversation, West Sussex 2005.

**van der Veer, Jeroen**, States should create a Climate for Change, in: Financial Times, January 24th, 2007, S. 13.

**Voros, Joseph**, A Generic Foresight Process Framework, in: foresight, Vol. 5 (2003), Issue 3, S. 10-21.

**World Business Council for Sustainable Business Development (WBCSD)**, Mobility 2030: Meeting the Challenges to Sustainable Mobility. Full Report, Genf 2004.

**World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)**, Mobility for Development. Facts and Trends, Genf 2007.

## INTERNATIONAL

### American Petroleum Institute (API)

[www.api.org](http://www.api.org)

### ASFE (Alliance for Synthetic Fuels in Europe)

<http://www.synthetic-fuels.org>

### CEN – Europäisches Komitee für Normung

[www.cen.eu/cenorm](http://www.cen.eu/cenorm)

### CIA World Factbook

<https://www.cia.gov>

### CONCAWE (The Oil Companies European association for Environment, Health, Safety in Refining and Distribution)

[www.concawe.be](http://www.concawe.be)

### EU-Kommission Generaldirektion Energie und Verkehr

[http://ec.europa.eu/dgs/energy\\_transport](http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport)

### European Automobile Manufacturers Association (ACEA)

[www.acea.be](http://www.acea.be)

### European Council for Automotive R&D (EURCAR)

[www.eucar.be](http://www.eucar.be)

### EUROPIA (European Petroleum Industry Association)

[www.europia.be](http://www.europia.be)

### International Energy Agency (IEA)

<http://www.iea.org>

### Shell Szenarien

[www.shell.com/scenarios](http://www.shell.com/scenarios)

### Well-to-Wheels-Analysen – Joint Research Centre – European Commission (JRC)

<http://ies.jrc.ec.europa.eu/WTW>

### World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)

[www.wbcsd.org](http://www.wbcsd.org)

## DEUTSCHLAND

### Allgemeiner Deutscher Automobil Club (ADAC)

[www.adac.de](http://www.adac.de)

### Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V. (DGMK)

[www.dgmk.de](http://www.dgmk.de)

### Fachausschuss für Mineralöl- und Brennstoff-Normung (FAM)

[www.fam-hamburg.de/dgmk](http://www.fam-hamburg.de/dgmk)

### Kompetenz-Netzwerk Kraftstoffe und Antriebe der Zukunft

[www.energieagentur.nrw.de/kraftstoffe](http://www.energieagentur.nrw.de/kraftstoffe)

### Kraftfahrt-Bundesamt

[www.kba.de](http://www.kba.de)

### Mineralölwirtschaftsverband

[www.mwv.de](http://www.mwv.de)

### Raumordnungsprognose 2025

[www.bbr.bund.de](http://www.bbr.bund.de)

### Verkehrserhebung Mobilität in Deutschland (MiD)

[www.mobilitaet-in-deutschland.de](http://www.mobilitaet-in-deutschland.de)

### Statistisches Bundesamt Deutschland

[www.destatis.de](http://www.destatis.de)

### Verband der Automobilindustrie

[www.vda.de](http://www.vda.de)

### Verband der Internationalen Kraftfahrzeughersteller e.V.

[www.vdik.de](http://www.vdik.de)

### Verkehrsprognose 2025

[www.bmvbs.de/verkehr](http://www.bmvbs.de/verkehr)

### Wasserstoff-Initiative

[www.cleanenergypartnership.de](http://www.cleanenergypartnership.de)

## ÖSTERREICH

### Österreichischer Automobil-, Motorrad-, Touring-Club (ÖAMTC)

[www.oeamtc.at](http://www.oeamtc.at)

### Österreichischer Auto-, Motor- und Radfahrer Bund (ARBO)

[www.arboe.at](http://www.arboe.at)

### Fachverband der Mineralölindustrie

[www.oil-gas.at](http://www.oil-gas.at)

### Österreichische Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft (ÖVG)

[www.oevg.at](http://www.oevg.at)

### Österreichischer Verein für Kraftfahrzeugtechnik (KfV)

[www.kfv.at](http://www.kfv.at)

### Verkehrsprognose Österreich 2025+

[www.trafico.at](http://www.trafico.at)

## SCHWEIZ

### Automobilclub der Schweiz (ACS)

[www.acs.ch](http://www.acs.ch)

### Erdöl-Vereinigung (EV)

[www.erdoel.ch](http://www.erdoel.ch)

### Touring Club Schweiz (TCS)

[www.tcs.ch](http://www.tcs.ch)

### Verkehrsprognose Schweiz 2030

[www.are.admin.ch/themen/verkehr](http://www.are.admin.ch/themen/verkehr)

## ERFASSUNGSMETHODIK

In Deutschland wird die Kraftfahrzeug-Statistik vom Kraftfahrtbundesamt in Flensburg geführt. Grundlagen sind die Datenmeldungen der Zulassungsbehörden und der Haftpflichtversicherung (Kfz mit Versicherungskennzeichen) sowie der Bestand im Zentralen Fahrzeugregister (ZFZR). Die statistischen Auswertungen umfassen alle nach der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) in Deutschland zugelassenen bzw. angemeldeten Fahrzeuge, denen ein amtliches Kennzeichen zugeteilt wurde.

Die Methodik zur Erfassung des Pkw-Bestands in Deutschland wurde jedoch in den letzten Jahren mehrfach geändert: Die Zählungen des Kfz-Bestands werden seit dem Jahr 2001 jeweils zum Jahresbeginn mit dem 1.1. als Stichtag durchgeführt; bis zum Jahr 1999 erfolgten sie jeweils zur Jahresmitte mit dem Stichtag 1.7. Seit dem 1.10.2005 und damit statistisch wirksam seit dem 1.1.2006 werden Fahrzeuge mit besonderer Zweckbestimmung (Wohnmobile, Krankenwagen, u.a.) den Pkw zugeordnet.

Auch die Stilllegungsfrist wurde unterschiedlich ausgelegt: Vor 2001 wurden Fahrzeuge, die nicht länger als 12 Monate stillgelegt waren mit zum Bestand gezählt. Von 2001 bis 2007 zählten vorübergehende Stilllegungen, die nicht länger als 18 Monate abgemeldet waren, zum Fahrzeug-Bestand. Heute jedoch werden nur noch effektiv angemeldete Fahrzeuge zum Fahrzeugbestand gezählt; der Fahrzeugbestand enthält also lediglich den fließenden Verkehr. Diese Verschiebungen schlagen sich in den Zahlen nieder: Während der Pkw-Bestand 2001/00 und 2006/05 wuchs, wurde er 2008 im Vergleich zu 2007 auf Grund der neuen Praxis um ca. 5,5 Mio. Pkw niedriger ausgewiesen.

Die Änderungen in der Methodik zur Erfassung des Pkw-Bestands schränken die Möglichkeiten ein, Pkw-Bestände über längere Zeiträume zu vergleichen. Da nach der neuen Erfassungsmethodik bisher keine ausreichend aufbereiteten Zeitreihen verfügbar sind, werden die Pkw-Bestände in den vorliegenden Shell Pkw-Szenarien bis 2030 einschließlich vorübergehend stillgelegter Fahrzeuge ausgewiesen.

## DIE WICHTIGSTEN DEFINITIONEN

### Bestand:

Summe aller im Zentralen Fahrzeugregister gespeicherten Kraftfahrzeuge und -anhänger mit amtlichem Kennzeichen (ausschließlich der vorübergehend abgemeldeten Fahrzeuge) zum angegebenen Zeitpunkt.

### Neuzulassungen:

Erstmalige Zulassung und Registrierung eines fabrikneuen Fahrzeugs mit einem Kennzeichen in Deutschland.

### Altzulassung:

Erstmalige Zulassung eines gebrauchten Fahrzeugs in Deutschland.

### Wiederzulassung:

Zulassung eines Fahrzeugs, das außer Betrieb gesetzt war.

### Außerbetriebsetzung:

Abmeldung eines Fahrzeugs (zum Beispiel zur Verschrottung oder Ausfuhr).

### Personenkraftwagen (M1):

Mehrspurige Kraftfahrzeuge, die nach Bauart und Einrichtung zur Beförderung von Personen einschließlich ihres Gepäcks im Straßenverkehr geeignet und bestimmt sind und die vier Räder und höchstens acht Sitzplätze außer dem Fahrersitz haben. Bei M1-Fahrzeugen werden grundsätzlich zwei Typen unterschieden: Personenkraftwagen einschließlich Kombinationskraftwagen und Fahrzeuge mit besonderer Bestimmung (wie Wohnmobile oder Krankenwagen).

Mehr Information unter: [www.kba.de](http://www.kba.de)



Shell Deutschland Oil GmbH  
22284 Hamburg  
[www.shell.de](http://www.shell.de)