

Auto-Mobilität im Wandel – Wie geht's weiter nach der globalen Finanz- und Wirtschaftskrise?

Jörg Adolf und Reno Huibers

Spätestens seit der globalen Finanz- und Wirtschaftskrise scheint das Automobil vor einer Zeitenwende zu stehen. Doch was ist heute Konjunkturphänomen, was sind langfristige Strukturveränderungen? Die 25. Ausgabe der Shell Pkw-Szenarien exploriert strukturelle Veränderungen, die sich aus dem bevorstehenden demografischen Wandel und den steigenden Anforderungen der Klimapolitik für das Automobil in Deutschland bis 2030 ergeben.

Automobil in der Krise – und nun?

In kaum einem anderen Land nimmt das Automobil eine derart bedeutende Rolle ein wie in Deutschland. Kein Wunder, als Entwicklungs- und Produktionsstandort, aber auch bei der Pkw-Motorisierung gehört Deutschland zu den führenden Auto-Nationen weltweit. Im Zuge der globalen Finanz- und Wirtschaftskrise werden jedoch bisherige automobiler Erfolgskonzepte verstärkt auf den Prüfstand gestellt. Im Kraftwagenhandel ebenso wie in der Automobilproduktion hat die Finanz- und Wirtschaftskrise inzwischen tiefe Spuren hinterlassen [1]. Sehen wir heute lediglich die konjunkturellen Folgen einer – wenn auch ausgeprägten – globalen Rezession oder zeichnet sich hier bereits eine technologische Zeitenwende in der Automobilwirtschaft ab [2]?

Aktuelle Fakten und Trends lassen (noch) keine eindeutigen Schlussfolgerungen zu. Überdies erschweren Konjunkturprogramme eine Orientierung über die „wahren“ Trends im Automobilssektor. Die Automobilwelt vermeldet vielmehr eine Vielzahl, zum Teil widersprüchlicher Entwicklungen: Die Automobilproduktion in und Fahrzeug-Exporte aus Deutschland sind stark rückläufig. Vergleichbar deutliche Rückgänge hat es jedoch schon früher gegeben. Beim Automobilabsatz werden nach zwischenzeitlichem Einbruch für das Jahr 2009 deutlich überdurchschnittliche Neuzulassungszahlen erwartet. Alternative Antriebe wie Elektro-Mobilität und Wasserstoff-Technologie scheinen vor dem Durchbruch zu stehen. Gleichwohl schlägt sich dies bislang kaum im Pkw-Bestand nieder.

Zweifelloos steht das Automobil heute im Zeichen des Wandels, und zwar eines zweifachen strukturellen Wandels: auf der einen Seite eines fortschreitenden demografischen Wandels, auf der anderen Seite einer Auto-Mobilität im Wandel, die sich immer höheren Ansprüchen an ihre Nachhaltigkeit und Qualität stellen muss. In Zeiten ungewöhnlichen Wandels helfen traditionelle Prognosen jedoch kaum weiter. Hier können Szenarien helfen, langfristige Trends und



Wichtigster Trend – zunehmende Pkw-Motorisierung und Auto-Mobilität im Alter, vor allem bei Frauen
Getty Images / Johner Images

Entwicklungen zu explorieren [3]. Die Shell Pkw-Szenarien 2009 befassen sich zum einen mit möglichen Folgen des demografischen Wandels für künftige Auto-Mobilität in Deutschland. Und sie erforschen zum anderen die Nachhaltigkeitsperspektiven von Pkw-Trends anhand alternativer Zukunftsentwürfe – jeweils bis 2030.

Auto-Mobilität im demografischen Wandel

Mit rund 570 Pkw pro 1 000 Einwohnern besitzt heute bereits jeder der rund 40 Mio. Haushalte in Deutschland im Durchschnitt mehr als einen Pkw. Das Automobil ist mit großem Abstand Mobilitätsträger Nr. 1 im Personenverkehr. Dennoch wachsen Pkw-Dichte und damit Pkw-Flotte in Deutschland weiter. Und auch die Pkw-Fahrleistungen legten 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.

Die Haushaltsausgaben für und damit die Nachfrage nach Mobilität gehen mit zunehmendem Alter früher oder später zurück [4]. Wie kann es daher sein, dass Pkw-Motorisierung und Pkw-Mobilität in Deutschland dennoch weiter wachsen? Und 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 wohl wichtigste Determinante für Pkw-Motorisierung und -Mobilität in Deutschland ist die Bevölkerungsentwicklung: 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 [5]. Die Projektion von Motorisierungs- und Mobilitätstrends anhand relevanter sozioökonomischer Leitdaten – wie Einkommen, Haushaltsgrößen und Mobilitätsausgaben – sowie nach Altersgruppen und Geschlecht führt zu folgenden wesentlichen Ergebnissen:

Die Motorisierung der Frauen 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 (Abb. 1).

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.

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 Mio. und knapp 3,5 Mio. Pkw-Neuzulassungen pro Jahr.

Die Gesamtfahrleistung der Pkw steigt 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 %.

Mit der wachsenden Bedeutung von Frauen und älteren Autofahrern, kleineren Haushalten, weniger Kindern und weniger Jüngeren werden sich die automobilen Bedürfnisse wandeln. Dennoch bleibt die Nachfrage nach Auto-Mobilität trotz demografischen Wandels bis zum Ende des Betrachtungszeitraums im Jahr 2030 hoch.

Ein höherer Pkw-Bestand, (leicht) erhöhte Pkw-Fahrleistungen, insbesondere aber der stark wachsende Straßengüterverkehr lassen die Anforderungen an die Verkehrsinfrastruktur weiter steigen [6]. Bei der Weiterentwicklung der Verkehrsinfrastruktur hat Verkehrspolitik jedoch nicht nur steigende Mobilitätsbedarfe sorgfältig gegenüber ökologisch-sozialen Kriterien abzuwägen. Ein

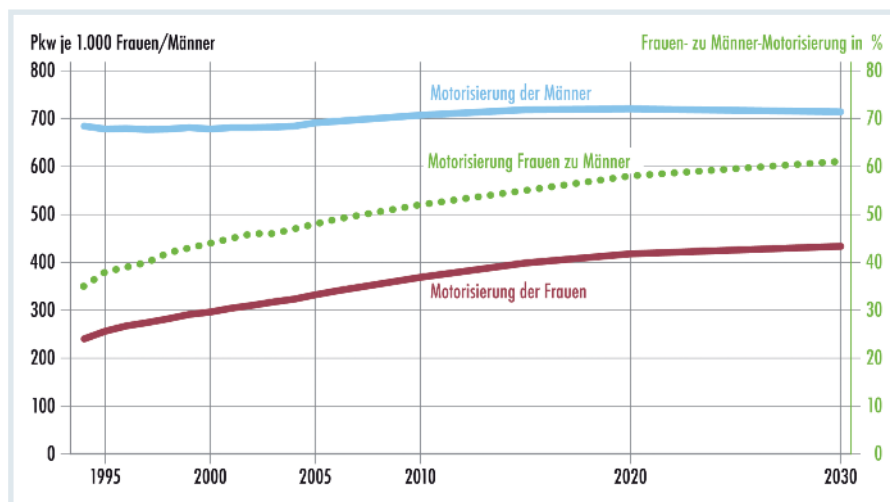


Abb. 1 Motorisierung der weiblichen und männlichen Bevölkerung bis 2030

ebenso wichtiger Schwerpunkt verkehrspolitischer Nachhaltigkeitsstrategien ist die Qualität von Auto-Mobilität im künftigen Mobilitätsmix.

Auto-Mobilität und Nachhaltigkeit

Heute verbraucht das Automobil in Deutschland etwa 11 % des Primärenergie-Einsatzes und steht für 14 % der energiebedingten CO₂-Emissionen (Abb. 2). Ziel der Verkehrs-, Energie- und Klimapolitik 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.

Die CO₂-Emissionen des Automobils sinken zwar 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 Frage: Wie nachhaltig wird sich Auto-Mobilität in Deutschland in den kommenden Jahren – gemessen an Energieverbrauch und CO₂-Emissionen – entwickeln? Wie und in welchem Zeitrahmen kann das Automobil welchen Beitrag zu nachhaltiger Mobilität leisten?

Zur Untersuchung der künftigen Nachhaltigkeits-Performance des Automobils wer-

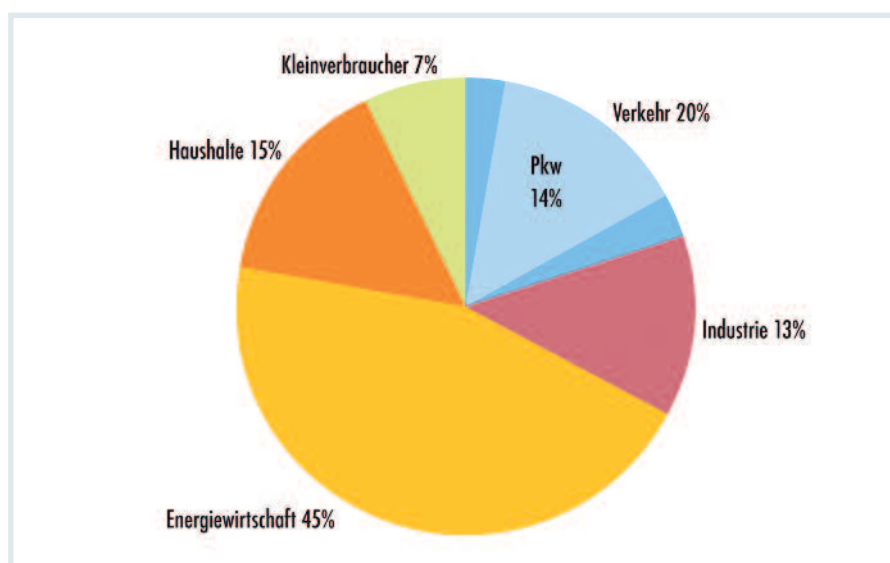


Abb. 2 Energiebedingte CO₂-Emissionen in Deutschland (2006) Quelle: UBA; eigene Berechnungen

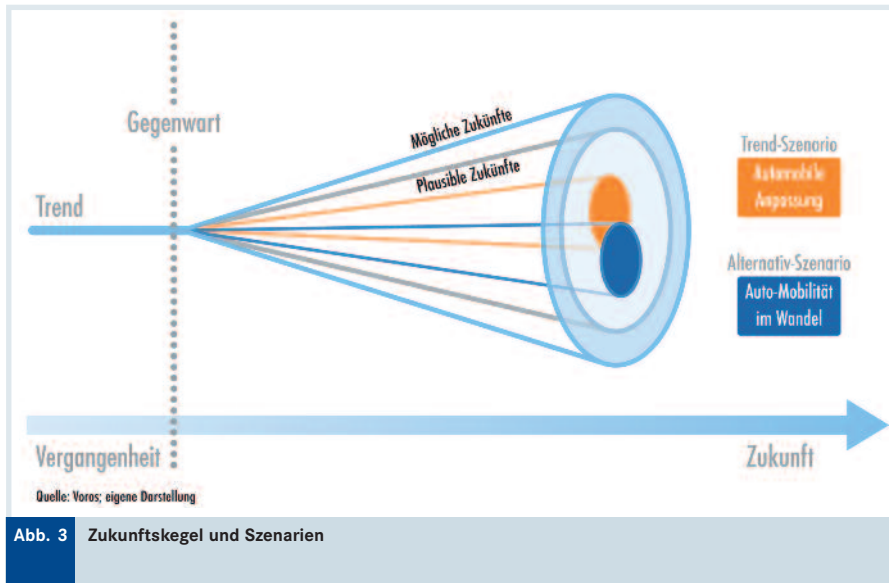


Abb. 3 Zukunftskegel und Szenarien

den zwei alternative Zukünfte für Auto-Mobilität in Deutschland bis 2030 entwickelt (Abb. 3): Ein Trend-Szenario „Automobile Anpassung“, das sich stark an Pkw-Trends der jüngeren Vergangenheit anlehnt. 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; ein Alternativ-Szenario „Auto-Mobilität im Wandel“, welches demgegenüber signifikante Veränderungen in der Auto-Mobilität vorsieht. 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.

In beiden Szenarien werden derselbe Fahrzeug-Bestand und dieselbe Gesamtfahrleistung

unterstellt. Die Pkw-Flotten weisen jedoch zum einen Unterschiede in der Ausstattung mit Antriebstechnologien auf. Zum anderen wird die Gesamtfahrleistung mit jeweils unterschiedlichen Kraftstoffmischen erbracht.

Beide Szenarien unterscheiden sich vor allem in der Geschwindigkeit, mit der alternative Antriebe und Kraftstoffe eingeschleust werden. Dabei ist zu beachten, dass jedes Automobil-Szenario zunächst vom heutigen Pkw-Bestand ausgehen muss. Und dieser stützt sich zu 99 % auf konventionelle Antriebe, während Hybrid, Elektro und Wasserstoff per 1.1.2009 jeweils lediglich 22 330, 1 452 bzw. 200 Fahrzeuge im Bestand aufweisen [7]. Und Bestandsveränderungen ergeben sich immer aus Zulassungen, Löschungen und Nutzungsdauer. Neue Technologien können nur über Neuzulassungen

in den Bestand eingeführt werden, finden im Fahrzeug-Bestand folglich nur allmählich Verbreitung. Alternative Kraftstoffe können dagegen zum Teil schon heute im konventionellen Fahrzeug-Bestand eingesetzt werden [8].

Trend-Szenario „Automobile Anpassung“

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 sinkt im Trend-Szenario von 35,1 Mio. t im Jahr 2005 um etwa ein Fünftel auf 28,1 Mio. t im Jahr 2030 (Abb. 4). 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. t im Jahr 2030. Die CO₂-Emissionen aller Pkw gehen von 2005 – unter Berücksichtigung aller alternativen Kraftstoffe und Antriebe – bis 2020 um 14 %, bis 2030 um über 23 % zurück.

Alternativ-Szenario „Auto-Mobilität im Wandel“

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

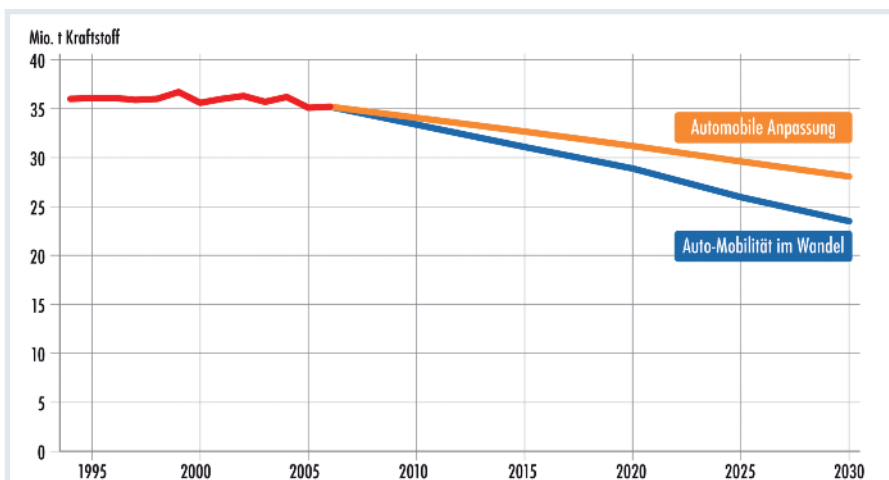


Abb. 4 Gesamtkraftstoffverbrauch des Pkw-Bestands (ohne Elektro- und Wasserstoff-Fahrzeuge)

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 sinkt im Alternativ-Szenario von 35,1 Mio. t im Jahr 2005 um etwa ein Drittel auf 23,5 Mio. t 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. t. Die CO₂-Emissionen aller Pkw gehen von 2005 – unter Berücksichtigung aller alternativen Kraftstoffe und Antriebe – bis 2020 um 21 % und bis 2030 um 38 % zurück (Abb. 5).

Welche Schlussfolgerungen?

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

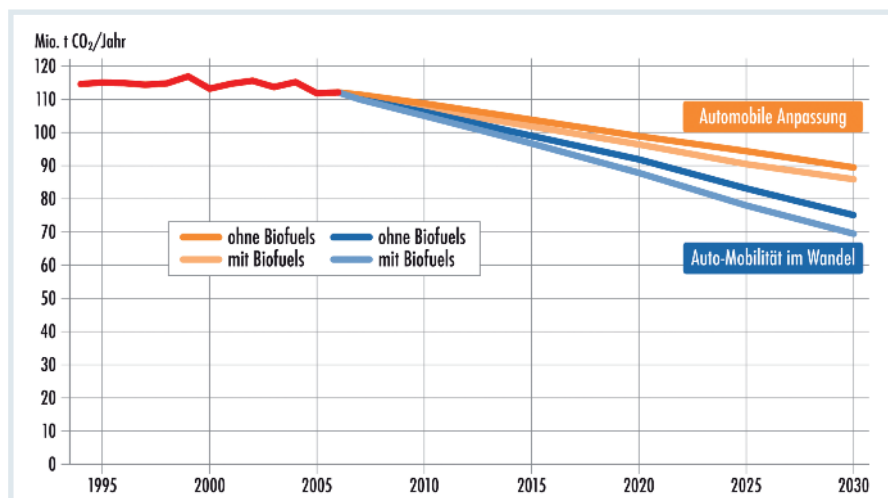


Abb. 5 CO₂-Emissionen des Pkw-Verkehrs (mit und ohne Biokraftstoff-Beimischungen)

erreicht werden [9]. 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 CO₂-Emissionen nochmals deutlich – 2030/2005 um fast zwei Fünftel [10]. Gleichwohl liegen Zielvorgaben von minus 40 % CO₂-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 Nachhaltigkeits-Szenarios sind demzufolge Verbrauchsreduktionen beim Verbrennungsmotor.

Schließlich kann man fragen, welche der beiden Zukünfte „besser“ wäre [11]. Ausgehend von den klima- und energiepolitischen Bewertungskriterien Energieverbrauch und CO₂-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?

Handlungsoptionen für nachhaltige Auto-Mobilität

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 substantielle 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 langlebige 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 [12] – zum Beispiel durch ökonomische Anreize oder durch CO₂- und Effizienzstandards. Dabei erwartet der Ver-

braucher 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.

Anmerkungen

[1] Vgl. Bräuninger, M. und Schneider, D.: *Der Automobilmarkt in Deutschland*, in: *HWWI Policy Paper 1-15*, Hamburg 2009.

[2] Vgl. Heymann, E. und Zähres, M.: *Automobilindustrie am Beginn einer Zeitenwende*, in: *Deutsche Bank Research, EU-Monitor 62*, Frankfurt/M., den 6. Februar 2009.

[3] Zu Szenario-Technik und -Konzepten vgl. *Shell International, Scenarios: An Explorer's Guide*, Den Haag 2008; sowie van der Heijden, K.: *Scenarios. The Art of Strategic Conversation*, West Sussex 2005, 2. Auflage, Kap. 6-8.

[4] Vgl. Statistisches Bundesamt, *Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2003*, Wiesbaden 2005, S. 36.

[5] *Bevölkerungsprognose in Anlehnung an Statistisches Bundesamt*, 11. Koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung, Wiesbaden 2006, Variante 1.

[6] Zum Güterverkehr vgl. Ickert, L. 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.

[7] Vgl. Kraftfahrt-Bundesamt: *Fahrzeugzulassungen Bestand. Emissionen, Kraftstoffe zum 1. Januar 2009*, Flensburg, April 2009, S. 24.

[8] Für einen Überblick über alternative Antriebe und Kraftstoffe vgl. Bildstein M. et al.: *Hybridantriebe, Brennstoffzellen und alternative Kraftstoffe*, in: *Gelbe Reihe. Robert Bosch GmbH, Plochingen 2008*.

[9] 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.

[10] Zu vergleichbaren Ergebnissen – nämlich minus 36 % im Zeitraum 2030/2005 – für ein Nachhaltigkeits-Szenario im Pkw-Sektor kommen auch Ökoinstitut e.V., DLR – Institut für Verkehrsforschung: *Renewability. Stoffstromanalyse nachhaltige Mobilität im Kontext erneuerbarer Energien bis 2030. Ergebnisbroschüre zum Forschungsprojekt*, Berlin, Juni 2009, S. 11; siehe auch www.renewability.de.

[11] Zu preferable futures vgl. Voros, J.: *A Generic Foresight Process Framework*, in: *Foresight*, Vol. 5 (2003), Issue 3, S. 17.

[12] Vgl. Stern, N.: *The Economics of Climate Change. The Stern Review*, Cambridge 2007, S. 1: „Climate change ... is the greatest example of market failure we have ever seen.“

Dr. J. Adolf, Shell Deutschland Oil, Dipl.-Ing. Reno Huibers, Shell Global Solutions, Hamburg
joerg.adolf@shell.com

Die Shell Pkw-Szenarien werden seit 1958 von Shell in Deutschland herausgegeben. Nachdem sie zunächst als Prognosen veröffentlicht wurden, bedient sich die Shell Pkw-Studie seit 1979 der Szenario-Technik. Die 25. Ausgabe der Shell Pkw-Studie trägt den Titel „Shell Pkw-Szenarien bis 2030. Fakten, Trends und Handlungsoptionen für nachhaltige Auto-Mobilität“ Hamburg 2009; für weitere Informationen und Downloads siehe auch www.shell.de/pkwscenarien.