

SHELL PKW-SZENARIEN BIS 2040

ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die aktuellen Shell Pkw-Szenarien 2014 sind die insgesamt 26. Ausgabe der Shell Pkw-Studie. Ziel der Shell Pkw-Szenarien ist es, die Zukunft der Auto-Mobilität in Deutschland mit Hilfe von Technikabschätzungen durch Experten, Szenario-Technik und quantitativen Prognosen zu erforschen. Die wichtigsten Ergebnisgrößen sind die Pkw-Motorisierung, die Pkw-Fahrleistungen, der Pkw-Bestand, sein Energieverbrauch und seine Treibhausgasemissionen. Die Neuausgabe der Pkw-Studie 2014 reicht erstmals bis 2040 und wurde in Zusammenarbeit mit der Prognos AG, Basel erstellt.

GLOBALE AUTO-MOBILISIERUNG BESCHLEUNIGT SICH

Heute erleben wir in immer mehr Weltregionen eine zunehmende Prägung des Lebens und der Mobilität durch das Automobil. Weltweit gibt es bereits über 900 Mio. Pkw. In den hochentwickelten Volkswirtschaften liegt die Pkw-Motorisierung meist zwischen 400 und 600 Pkw pro 1.000 Einwohner; in Deutschland sind es rund 530 Pkw pro 1.000 Einwohner. Die weltweite Pkw-Motorisierung liegt zurzeit bei 123 Pkw pro 1.000 Einwohner.

In Schwellen- und Entwicklungsländern liegt die Motorisierung oft noch unter 100 Pkw pro 1.000 Einwohner. In vielen Schwellenländern hat sich das Wachstum der Pkw-Motorisierung in den vergangenen Jahren beschleunigt. Bis zur Jahrhundertmitte könnte die globale Pkw-Flotte auf etwa zwei Milliarden Pkw bei dann weltweit etwa 9,6 Mrd. Menschen anwachsen. Bei steigender Motorisierung und einem immer urbaneren Umfeld stellt sich die Frage, wie Auto-Mobilität künftig stattfinden kann, und zwar möglichst nachhaltig.

DEMOGRAFISCHER WANDEL IN DEUTSCHLAND

In Deutschland wachsen Wirtschaft und Einkommen weiter, so dass privater Konsum und Verkehrsausgaben ebenfalls weiter steigen können. Die deutsche Bevölkerung geht jedoch, anders als die Weltbevölkerung, zurück – von heute 81 auf knapp 77 Mio. Einwohner 2040. Dabei sinkt der Anteil der jüngeren und mittleren Altersgruppen, während der Anteil der über 65-Jährigen deutlich von 21 auf 31 % zulegt. Die Anzahl der privaten Haushalte legt von 40 auf 41,3 Mio. zu, wobei die durchschnittliche Haushaltsgröße von etwa 2 auf 1,8 Personen sinkt.

WODURCH WERDEN PKW-BESITZ UND -NUTZUNG BEEINFLUSST?

Für die Prognose zur Pkw-Motorisierung sowie zu den Pkw-Fahrleistungen wurden mögliche Einflussfaktoren auf Pkw-Besitz und auf Pkw-Nutzung anhand aktueller Mobilitäts-erhebungen und Verbraucherbefragungen überprüft. Sozioökonomische Einflussfaktoren auf Auto-Mobilität lassen sich in Treiber und Hemmnisse einteilen.

Zu den die Pkw-Verfügbarkeit und Pkw-Nutzung treibenden Faktoren gehören Erwerbstätigkeit und hohes Einkommen, welches in der Regel auch mit höherer Bildung einhergeht. Mehr Auto-Mobilität ermöglicht die Ausdehnung städtischer Siedlungsstrukturen ins Umland (Suburbanisierung). Zu den stärksten Treibern von Auto-Mobilität gehört die Frauenmotorisierung, Frauen holen bei der Motorisierung seit Jahren gegenüber Männern auf (Aufholeffekt). Und auch ältere Personen nutzen heute häufiger einen Pkw als noch vor 10 Jahren, was sich auch an den deutlich erhöhten Mobilitätsausgaben junger Senioren ablesen lässt.

MEHR AUTO-MOBILITÄT	WENIGER AUTO-MOBILITÄT
Höhere Erwerbsbeteiligung	Längere Ausbildungszeiten
Höheres Einkommen	Mehr Alleinstehende
Motorisierung Frauen	Mobilitätsverhalten Jüngerer
Verkehrsausgaben junger Senioren	Verkehrsausgaben Jüngerer (?)
Suburbanisierung	Verstädterung
Motorisierung Älterer	Weniger Kinder

Zu den Pkw-Verfügbarkeit und -Nutzung hemmenden Faktoren gehört das Mobilitätsverhalten Jüngerer. Jüngere Menschen weisen eine andere Einstellung zum Pkw-Besitz auf und setzen verstärkt auf Informations- und Kommunikationstechnologie. Folglich haben Jüngere heute seltener einen Pkw zur Verfügung als vor 10 Jahren; allerdings kann die Auswirkung des Ausgabeverhaltens Jüngerer

anhand vorliegender Erhebungsdaten (noch nicht verlässlich abgeschätzt werden. Längere Ausbildungszeiten verschieben die Realisierung von Pkw-Mobilität in höhere Altersgruppen. Parallel zur Suburbanisierung nimmt der Verstädterungsgrad in Deutschland zu Lasten des ländlichen Raumes weiter zu. Ein dämpfender Effekt auf Pkw-Besitz und Pkw-Nutzung haben auch Veränderungen der Haushaltsstrukturen; immer mehr Alleinstehende, Ein- und Zwei-Personenhaushalte und immer weniger Kinder in den Haushalten führen zu weniger Auto-Mobilität.

PKW-MOTORISIERUNG UND PKW-FAHRLEISTUNGEN

Für die künftige Entwicklung von Pkw-Motorisierung und Pkw-Fahrleistungen in Deutschland wurde ein Trendszenario bis zum Jahr 2040 entwickelt und quantifiziert. Die wichtigsten Ergebnisse zu Pkw-Motorisierung, Pkw-Bestand und Pkw-Fahrleistungen sind folgende:

Motorisierung: Die Pkw-Motorisierung der deutschen Bevölkerung (einschließlich juristischer Personen) wird bis etwa 2027/2028 noch leicht ansteigen – von heute (2014) rund 550 auf nahezu 570 in der zweiten Hälfte der 2020er Jahre – und anschließend auf 558 Pkw pro 1.000 Einwohner im Jahr 2040 zurückgehen. Die Motorisierung über alle Einwohner (ohne juristische Personen) betrug 2012 493 Pkw je 1.000 Einwohner. Sie erreicht 2025/26 mit 512 Pkw

je 1.000 Einwohner ihr Maximum und geht dann bis 2040 auf 510 Pkw je 1.000 Einwohner zurück. Eine Hauptursache des Rückgangs ist die teilweise rückläufige Männermotorisierung. Die Motorisierung der Männer erreicht ihren Höhepunkt etwa 2016/17; sie geht von heute (2014) 645 Pkw bis 2040 auf 609 Pkw pro 1.000 Männer zurück. Außerdem sinkt die Motorisierung der unteren

Altersklassen unter 30 bzw. 34 Jahren sowie die der über 75-Jährigen leicht, während die jüngeren Alten bis 75 Jahre ihr Motorisierungsniveau noch steigern. Schließlich schrumpft die zahlenmäßige Besetzung der am stärksten motorisierten Altersklassen (von etwa 35 bis 60 Jahre).

Frauen übernehmen einen zunehmenden Anteil an der Motorisierung. Die Frauenmotorisierung legt von heute 351 auf 414 Pkw je 1.000 Frauen in 2040 zu. Das Verhältnis der Motorisierung von Frauen- zur Männermotorisierung steigt von heute 55 % auf 68 % in 2040 ebenfalls deutlich an. Durch die zunehmende Frauenmotorisierung steigt die Motorisierung in den mittleren Altersklassen (45–75 Jahre) insgesamt sogar noch an, besonders stark in den Altersklassen der 60- bis 70-Jährigen.

Pkw-Bestand: Der Gesamt-Pkw-Bestand aller Haltergruppen steigt von heute (2014) 44,2 Mio. auf gut 45,2 in den Jahren 2022/2023 und sinkt anschließend auf 42,7 Mio. Pkw im Jahr 2040 – bei allerdings auch nahezu 4 Mio. weniger Einwohnern. Rund 8,5 % des heutigen Pkw-Gesamtbestands bzw. 3,5 Mio. Pkw sind auf juristische Personen zugelassen; Anteil und Anzahl verändern sich bis 2040 nur wenig.

Pkw-Fahrleistungen: Die durchschnittliche Jahresfahrleistung je Pkw, die schon in der Vergangenheit leicht abgesunken ist, wird sich von heute gut 14.000 km bis 2040 auf etwa 13.600 km pro Jahr reduzieren.

Am meisten fahren die 30- bis 39-Jährigen (18.900 Pkw-km pro Jahr) sowie die von juristischen Personen gehaltenen Pkw (knapp 25.000 Pkw-km pro Jahr). Durch eine intensivere Pkw-Nutzung und steigende Bevölkerungsanteile Älterer nimmt jedoch der Anteil älterer Personen an der Pkw-Fahrleistung

PEAK CAR IN DEUTSCHLAND?

Im Hinblick auf den Pkw-Verkehr in hochmotorisierten Industrieländern wird inzwischen oftmals von Peak Car gesprochen; das heißt, Pkw-Motorisierung oder Pkw-Fahrleistungen erreichen irgendwann einen Höhepunkt (Peak) und gehen dann zurück. Beobachtet wird dieses Phänomen in den USA und in Großbritannien, aber auch in Deutschland – in der Regel bei den Jüngeren (ifmo 2013). Steht auch für Deutschland ein Peak Car bevor? Und wenn ja wann?

Bei allen drei Pkw-Kennziffern wird in Deutschland in den 2020er Jahren ein Höhepunkt erreicht. Die Pkw-Motorisierung (Pkw je 1.000 Einwohner) erreicht ihren Peak etwas später als die Pkw-Nutzungsintensität, gemessen an der Pkw-Verkehrsleistung je Einwohner. Der Rückgang des Pkw-Bestands geht teilweise zurück auf die rückläufige Einwohnerzahl. Das Sinken der Pkw-Motorisierung und auch der Pkw-Nutzung drückt dagegen sowohl Verschiebungen in der Altersstruktur der Bevölkerung als auch ein verändertes Mobilitätsverhalten von Bevölkerungsgruppen aus.

Es zeichnet sich folglich ein Höhepunkt bei Pkw-Besitz und Pkw-Nutzung ab. Allerdings ist der Höhepunkt sehr flach. Alle drei Pkw-Kennziffern bewegen sich auch in 2040 auf dem Niveau des letzten Jahrzehnts oder sogar von heute. Ein Peak Car im Sinne eines plötzlichen Einbruchs der Pkw-Motorisierung und Pkw-Nutzung gibt es folglich nicht. Da das Mobilitätsverhalten von Personen und Gruppen relativ stabil ist, ändert sich Pkw-Mobilität nur sehr allmählich im Rhythmus des Generationenwechsels sowie über den Altersstruktureffekt.

PKW UND ALTERNATIVE VERKEHRSMITTEL

Mobilität der Zukunft heißt auch, dass sich Mobilitätsverhalten ändert und alternative Verkehrsmittel verstärkt eingesetzt werden; hierzu zählen zum Beispiel das Fahrrad, Carsharing oder auch Fernbusse. Solche neuen Formen der Mobilität könnten künftig einen größeren Beitrag zum Personenverkehr leisten. Schließlich gibt es heute in Deutschland mehr als 70 Mio. Fahrräder, nahezu eine Million Carsharing-Nutzer und bereits über 200 Fernbusrelationen. Doch wie groß ist das Potenzial der neuen Verkehrsmittel wirklich?

Der Anteil des Fahrradverkehrs am (landgebundenen) Personenverkehr liegt bei etwa 3 %, die Anzahl der Carsharing-Fahrzeuge bei 14.000 und die Beförderungsleistung des Fernbusses unter einem Promill der Personenverkehrsleistung über alle motorisierten Landverkehrsträger. Auch wenn es künftig weitere Verschiebungen hin zu neuen Verkehrsmitteln gibt – teilweise könnte es sich aber auch um zusätzliche Verkehre handeln – können sie den Pkw im Mobilitätsmix nicht ersetzen.

Der Anteil des motorisierten Individualverkehrs an den Verkehrsleistungen aller Landverkehrsträger liegt heute bei 83 % und wird auch weiter auf heutigem Niveau liegen, weil sich die unterschiedlichen Einflüsse auf die Wahl motorisierter Landverkehrsmittel (Pkw, Kraftfahrzeuge, Bahnen und öffentlicher Straßenpersonenverkehr) letztlich kompensieren. Folglich muss der Pkw in allen Bereichen der Verkehrs- und Mobilitäts-politik als Hauptverkehrsmittel des Personenverkehrs weiterhin Berücksichtigung finden.

deutlich zu. Die Pkw-Verkehrsleistung je Einwohner steigt von heute 11.330 noch bis 2025 auf dann 11.650 km an und reduziert sich danach bis 2040 auf 11.400 km je Einwohner. Hierin spiegelt sich auch ein Nachfragerückgang bei der Pro-Kopf-Personenverkehrsleistung (in Pkm) insgesamt aufgrund des demografischen Wandels wider.

Die Pkw-Gesamtfahrleistungen legen nur noch bis etwa 2020 zu; von heute 610 auf 626 Mrd. Pkw-Kilometer und sinken anschließend bis 2040 auf das Niveau von 2005 ab.

PKW-ANTRIEBE UND KRAFTSTOFFE

Eine noch wichtigere Rolle als der Pkw im Verkehrsträgermix spielen Otto- und Dieselantriebe im Pkw-Bestand: Zum 1.1.2014 waren 68,3 % bzw. rund 30,0 Mio. der 43,9 Mio. Pkw in Deutschland zugelassenen Pkw mit Ottomotor, 30,1 % bzw. 13,2

Mio. mit Dieselmotor sowie knapp 1,6 % bzw. 680.000 mit alternativen Antrieben ausgestattet. Unter den alternativen Antrieben führen Flüssiggas-Pkw mit 500.867 vor Hybrid-Pkw mit 85.575 und Erdgas-Pkw mit 79.065 sowie 12.156 Elektro- und 2.081 sonstigen Pkw.

Veränderungen im Antriebsmix des Pkw-Bestands ergeben sich aus dem anhaltend hohen Neuzulassungsanteil von Dieselantrieben von nahezu 50 % (Verdieselung). Bei den alternativen Antrieben weisen Pkw mit elektrischem Antrieb, insbesondere Hybrid-Fahrzeuge eine überdurchschnittliche Dynamik bei den Neuzulassungen auf. Im Bestand erreichen Pkw mit elektrischem Antrieb dagegen erst Flottenanteile von 0,2 %, während Pkw mit Verbrennungsmotor, das heißt mit Otto-, Diesel- oder Gasmotor, 99,8 % der deutschen Pkw bewegen. Und von den rund 100.000 Pkw mit Elektromotor besitzen die meisten – nämlich Hybride einschließlich Plug-in-Hybride – zugleich auch noch einen Verbrennungsmotor.

Das Kraftstoffangebot folgt den Antriebstechnologien im Pkw-Bestand. Die Energieversorgung des Pkw-Bestands erfolgt hauptsächlich über Otto- und Dieselmotoren. Pkw konsumierten im Jahre 2012 19,7 Mio. t Ottokraftstoffe und 14,6 Mio. t Dieselmotoren (DIW 2013).

Als relevante Kraftstoffalternative konnten sich bislang nur Biokraftstoffe etablieren, hauptsächlich in Form von Beimischungen zu fossilen Kraftstoffen. Biokraftstoffe unterliegen allerdings technischen Beimischungsgrenzen und sie müssen strenge Nachhaltigkeitsanforderungen erfüllen. Weitere alternative Kraftstoffe wie Gaskraftstoffe (LPG, CNG), elektrische Energie und auch Wasserstoff spielen im Pkw-Kraftstoffmix zurzeit noch eine untergeordnete Rolle. Umweltvorteilen →

alternativer Kraftstoffe (weniger Emissionen) stehen meist Nachteile bei Energiespeicherung und Handling gegenüber. Allerdings erfordern Aufbau und Unterhaltung einer alternativen oder zusätzlichen Erzeugungs- und Verteilungsinfrastruktur hohe Investitionen und entsprechende Pkw-Flotten.

VERBRENNUNGSMOTOR VS. ELEKTRISCHER ANTRIEB



Eine wichtige Frage für den künftigen Pkw-Bestand ist das Verhältnis von Pkw mit Verbrennungsmotor zu Pkw mit elektrischen Antrieben. Verbrennungsmotoren werden nach wie vor weiter entwickelt und effizienter. Elektrische Antriebe (Plug-in-Hybride, batterieelektrische und Brennstoffzellenfahrzeuge) weisen gegenüber Verbrennungsmotoren jedoch erheblich höhere motorische Wirkungsgrade auf. Zudem verursachen elektrische Antriebe keine direkten Emissionen. Allerdings unterscheiden sich Effizienz und Ökobilanz bei Verbrennungs- und Elektromotor über die gesamte Nutzungskette deutlich weniger als die motorische Effizienz.

Der bedeutendste Trend bei den Pkw-Antriebstechnologien ist die zunehmende Elektrifizierung von Pkw mit Verbrennungsmotor; der Pkw-Antrieb der näheren und mittleren Zukunft ist eine Kombination von Elektroantrieb und Verbrennungsmotor – der Hybrid-Pkw. Hybride vereinen viele Vorteile beider Antriebstechnologien, darunter Effizienz, Leistung und Reichweite.

EVOLUTION STATT REVOLUTION

Elektromobilität ist zwar prinzipiell eine „disruptive Technologie“ (Christensen 1997), die eine etablierte Technologie einst nahezu vollständig ersetzen könnte. Gleichwohl zeichnet sich – sowohl im einzelnen Pkw wie auch im Pkw-Bestand – eher eine Evolution als eine technologische Revolution bei den Pkw-Antrieben ab.

SZENARIEN FÜR DEN PKW-BESTAND

Mit Hilfe von Szenario-Technik werden automobiler Zukünfte für unterschiedliche Antriebs-Kraftstoff-Konfigurationen untersucht: Ein Trendszenario, welches Pkw-Trends der jüngeren Vergangenheit fortschreibt und von einem verstärkten Einsatz von Biokraftstoffen ausgeht, sowie ein hinsichtlich Energiepolitik und Klimaschutz sehr ambitioniertes

Alternativszenario, das deutlich stärkere und schnellere Veränderungen im Pkw-Bereich mit sich bringt. Dabei untersucht das Alternativszenario im Besonderen die potenziellen Auswirkungen einer verstärkten Elektrifizierung von Antrieben und Kraftstoffen. Neben Elektromobilität wurde zuletzt vermehrt über Erdgas als weitere Alternative für Pkw-Antriebe und Kraftstoff diskutiert. Um die Potenziale von Gasantrieben und Gaskraftstoffen im motorisierten Individualverkehr zu beleuchten, wird zusätzlich als Variation des Trendszenarios ein Gasszenario (Gasszenarett) untersucht.

Neuzulassungen: Die Entwicklung des künftigen Pkw-Bestands wird von Höhe und Struktur der Pkw-Neuzulassungen bestimmt: Im Trendszenario gehen die jährlichen Neuzulassungen von heute etwa 3,0 Mio. leicht auf 2,9 Mio. Neuzulassungen pro Jahr zurück, im Alternativszenario beschleunigt sich der automobiler Wandel und die Neuzulassungen steigen auf 3,3 Mio. Pkw pro Jahr. Auch bei höheren Neuzulassungszahlen steigt das Durchschnittsalter des Pkw-Bestands weiter, und zwar von heute 8,8 auf 9,4 Jahre im Alternativszenario und sogar auf 10,9 Jahre im Trendszenario.

Bei den Antrieben machen Otto- und Diesel-Pkw sowie ihre hybridisierten Pendanten im Trendszenario bis ins Jahr 2040 drei Viertel der Neuzulassungen aus, elektrische Antriebe dagegen 20%. Im Alternativszenario nimmt das Tempo des automobiler Wandels und damit der Anteil von alternativen Antrieben dagegen deutlich zu. Das gilt vor allem für elektrische Antriebe, die ihren Neuzulassungsanteil bis 2040 auf über 40% steigern, während reine und hybridisierte Otto- und Diesel-Pkw auf 55% sinken.

Pkw-Bestand: Der Antriebsmix des Pkw-Bestands verändert sich im Trendszenario nur relativ langsam. Von knapp 43 Mio. Fahrzeugen sind über 36 Mio. mit konventionellen Otto- und Diesel-Antrieben und ihren hybridisierten Varianten ausgestattet; 4,7 Mio. mit elektrischen Antrieben (Plug-in, batterieelektrisch und Brennstoffzelle). Im Alternativszenario wächst der Bestand von Elektroantrieben insgesamt auf 10,1 Mio. Fahrzeuge – darunter 5,5 Mio. Plug-in-Hybride, 3,1 Mio. batterieelektrische und 1,5 Mio. Brennstoffzellenfahrzeuge. Die Anzahl aller Otto- und Diesel-Pkw schrumpft bis 2040 auf 30,7 Mio. Fahrzeuge.

Energieverbrauch: Deutsche Pkw verbrauchten im Jahr 2013 rund 50 Mrd. Liter Benzin-Äquivalent (l_{BÄ}) oder 1.590 Petajoule (PJ) Energie. Ottokraftstoffe hatten einen

Anteil von 55%, Dieselloste von 43% am Inländerverbrauch. Im Trendszenario geht der Energieverbrauch (Inländerverbrauch) um 45% auf 27 Mrd. l_{BÄ} bzw. 868 PJ Energie zurück, im Alternativszenario wird er mehr als halbiert, und zwar auf dann nur noch 24 Mrd. l_{BÄ} bzw. 759 PJ Energie. Auch im Jahr 2040 werden im Pkw-Bereich hauptsächlich flüssige Otto- und Dieselloste (einschließlich biogener Substitute) eingesetzt: im Trendszenario sind 86% und im Alternativszenario immerhin noch 80% der verbrauchten Energie Flüssigkraftstoffe. Im Trendszenario können Otto- und Diesellosten 20% Biokraftstoffe beigemischt werden; der Biokraftstoffverbrauch steigt von 2,1 auf 3,3 Mrd. l_{BÄ}. Im Alternativszenario entwickelt sich elektrische Energie Ende der 2030er Jahre zum wichtigsten alternativen Energieträger. Der Fahrstromverbrauch steigt im Alternativszenario auf 71 PJ an. Der Biokraftstoffeinsatz geht trotz erhöhter 10%-Beimischung auf 1,4 Mrd. l_{BÄ} zurück.

Treibhausgasemissionen: Die direkten Treibhausgasemissionen (Tank-to-Wheel), welche zwischen 1990 und 2013 von 122 Mio. t auf 116 Mio. t sanken, gehen im Trendszenario weiter bis auf 60 Mio. t und im Alternativszenario auf 48 Mio. t zurück. Bezieht man zusätzlich die Vorketten- bzw. Well-to-Tank-Emissionen mit ein, entwickeln sich die Well-to-Wheel-Emissionen von historisch 145 Mio. t (1990) auf 136 Mio. t (2013) sowie bis 2040 im Trendszenario auf 66 Mio. t und im Alternativszenario auf 59 Mio. t.

Gasszenarett: In der Gasszenarett wächst der Anteil der Gasantriebe bei den rund 3 Mio. jährlichen Neuzulassungen kontinuierlich bis 2040 auf 25% gegenüber 3% im Trendszenario; innerhalb der neu zugelassenen Gasantriebe liegen die Anteile bei 40% für CNG-Antriebe, ebenfalls 40% für CNG-Hybride sowie 20% LPG-Antriebe. Im Jahr 2040 machen Gasantriebe mit 6,3 Mio. Einheiten dann insgesamt einen Pkw-Bestandsanteil von 15% aus.

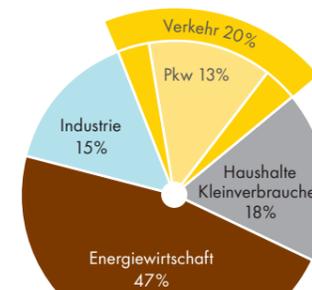
Liegt der Anteil des Gasabsatzes am Inländerverbrauch der Pkw heute noch bei rund 2%, wächst er in der Gasszenarett zu Lasten von Otto- und Diesellosten bis 2040 auf 20% (120 PJ CNG einschließlich Biogas, 52 PJ LPG). Durch die niedrigeren spezifischen CO₂-Emissionen pro Energieinhalt von Gas können mit 58 Mio. t direkten bzw. TiW-Emissionen gegenüber dem Trendszenario im Jahr 2040 2,5 Mio. t zusätzlich eingespart werden. WiW sinken die Emissionen auf 63 Mio. t und liegen dann 3 Mio. t unter dem Niveau des Trendszenarios.

AUTO-MOBILITÄT UND ENERGIEWENDE



Der Pkw verbraucht heute rund 15% der Endenergie und verursacht rund 13% der verbrennungsbedingten CO₂-Emissionen in Deutschland. Wie nachhaltig entwickelt sich Auto-Mobilität in Deutschland im Verhältnis zu nationalen und europäischen Energie- und Klimazielen?

50/CO₂-EMISSIONEN IN DEUTSCHLAND 2012



Eigene Berechnungen; UBA 2013b

Energie-Ziele: Für den Verkehrssektor und damit für den Pkw relevante Energieziele lassen sich dem Energiekonzept der Bundesregierung entnehmen. Für den Energieverbrauch des Verkehrssektors gibt es zwei Ziele: Bis 2020 soll der Endenergieverbrauch gegenüber 2005 um 10% und bis 2050 um 40% sinken (BMW 2014, 11).

Das nationale Endenergieziel für den gesamten Verkehrssektor würde der Pkw-Verkehr nach Trendszenario vorzeitig erreichen, denn bis 2020 würde bereits eine Absenkung des Endenergieverbrauchs um 13% und bis 2040 um rund 50% erreicht.

Klima-Ziele: Für die Treibhausgasemissionen gibt es kein sektorales, sondern nur ein nationales Ziel: Insgesamt sollen die (direkten) Treibhausgasemissionen im Zeitraum 1990 bis 2020 um 40% und bis 2040 um 70% sinken (BMW 2014, 11). Ferner wird von der europäischen Klima- und Energiepolitik für die Mitgliedsstaaten ein verbindliches Gesamtziel für Treibhausgasemissionen bis 2030 in Höhe von minus 40% gegenüber 1990 gefordert. Dazu sollen die Nicht-Emissionshandelssektoren – darunter der Verkehrssektor – ihre Treibhausgasemissionen um etwa 30% im Zeitraum 2005 bis 2030 reduzieren (EU-KOM 2014). Über weitere

erneuerbare Energien- und Effizienzziele und ihre Verbindlichkeit wird noch diskutiert. Aus dem Energie- und Klimapaket von 2008 ergibt sich schließlich noch ein Treibhausgasemissionsminderungszwischenziel für den deutschen Nicht-Emissionshandelssektor in Höhe von 14% im Zeitraum 2005 bis 2020 (EU-KOM 2008).

Im Hinblick auf die direkten Treibhausgasemissionen erreichen Pkw eine Minderung von etwa 14% im Zeitraum 1990 bis 2020 in beiden Szenarien sowie von 1990 bis 2040 von gut 50% im Trend- und über 60% im Alternativszenario. Die für die Treibhausgas-Gesamtbilanz relevanten Well-to-Wheel-Emissionen sinken ebenfalls zwischen 50 und 60% im Zeitraum 1990 bis 2040. Durch Unterschiede im jeweiligen Energiemix sinken die Vorkettenemissionen im Trendszenario stärker (um fast vier Fünftel) als im Alternativszenario (nur um gut die Hälfte).

In den ausgewiesenen direkten Emissionen sind allerdings in der zwecks Vergleich mit den Pkw-TiW-Emissionen gewählten Abgrenzung – anders als in den nationalen Trendtabellen (UBA 2013b) – auch die Verbrennungsemissionen der Biokraftstoffe enthalten. Werden die direkten Emissionen der Biokraftstoffe vom Trend- bzw. Alternativszenario noch abgezogen, sinken die direkten Treibhausgasemissionen des Pkw-Verkehrs bis 2040 noch deutlicher, und zwar auf etwa 48 Mio. Tonnen im Trendszenario und auf ca. 44 Mio. Tonnen im Alternativszenario. Trotz direkter Emissionsminderungen von nahezu zwei Dritteln wird das nationale Treibhausgasemissionsparziel dennoch nicht erreicht.

Die EU-Klimaziele für Nicht-Emissionshandelssektoren könnten hingegen erreicht werden. Bis 2020 sinken die TiW-Emissionen (ohne Biokraftstoffe) im Vergleich zum Basisjahr 2005 um etwa 14% und bis 2030 um über 40%.

Bei der Realisierung der Energie- und Klimaziele ist zu beachten, dass im Pkw-Sektor alternative Antriebstechniken und Kraftstoffe leichter einzusetzen sind als in anderen Verkehrszweigen; von daher können Gesamtziele für den Verkehrssektor nur erreicht werden, wenn der Pkw überdurchschnittliche Energie- und Treibhausgasemissionen erbringt. Allerdings sind im Verkehr und damit auch für den Pkw-Verkehr die Substitutionspotenziale wegen der für Verkehrszwecke erforderlichen Energiespeicherung geringer als etwa im Umwandlungssektor oder in den anderen Endenergiesektoren mit stationärer Energienutzung.

POLITIK-MASSNAHMEN



Das Trendszenario führt bereits zu substantiellen Energieeinsparungen und Treibhausgasreduktionen. Gleichwohl stellen die langfristigen Energie- und Klimaziele für den Pkw-Sektor eine Herausforderung dar. Mit Hilfe von Erdgasantrieben und Erdgaskraftstoffen sowie mit mehr elektrischen Antrieben könnten noch höhere Einsparungen als im Trendszenario realisiert werden. Was könnte die Politik tun, um die Energiewende im Verkehrssektor noch weiter zu beschleunigen?

Effizienz: Weitere Energieeinsparungen können durch eine höhere Effizienz der Antriebe erreicht werden. Hier haben Hybrid-, batterieelektrische und Brennstoffzellen-Pkw deutliche Vorteile gegenüber Verbrennungsmotoren. Neue Antriebstechnologien können allerdings nur langsam über die Neuzulassungen auf den Pkw-Bestand einwirken. Für eine beschleunigte Energiewende im Pkw-Sektor müsste der Pkw-Bestand schneller umgeschlagen werden, denn selbst im Alternativszenario steigt das durchschnittliche Fahrzeugalter.

Allerdings sind alternative elektrische Antriebe noch vergleichsweise teuer. Zusätzlich benötigen sie – mit Ausnahme von Hybriden – gänzlich neue Versorgungsinfrastrukturen. Da die technischen, ökonomischen und auch ökologischen Voraussetzungen für eine vollständige Elektrifizierung des Pkw-Verkehrs nach wie vor nicht gegeben sind, ist der voll hybridisierte Pkw zurzeit eine Kompromisslösung für eine Vielzahl von Anwendungen.

Kraftstoffe: Zusätzliche CO₂-Einsparungen können auch über emissionsärmere Kraftstoffe erreicht werden. Hier kommen nachhaltige Bio- oder auch Gaskraftstoffe in Frage. Flüssige Biokraftstoffe haben den Vorteil, dass sie auch im Fahrzeugbestand sowie in der existierenden Versorgungsinfrastruktur eingesetzt werden können – und Antriebstechnik und Kraftstoffe im Fahrzeugbestand, weniger bei den Neuzulassungen entscheiden letztendlich über die aktuellen sektoralen CO₂-Emissionen. Gaskraftstoffe besitzen gegenüber flüssigen fossilen Kraftstoffen ebenfalls Emissionsvorteile. Um diese zu realisieren, müssen Gas-Pkw substantielle Anteile am Bestand erreichen; teilweise benötigen sie jedoch noch zusätzlicher Infrastruktur. Damit schließlich auch elektrische Antriebe Treibhausgasemissionen erbringen, muss ihre Energie verstärkt aus erneuerbaren Energien kommen – was erst teilweise der Fall ist. ■