Energieprognose 2011 – 2030
Deutschland

Schwerpunkt:

Wie viel Zukunft steckt im Auto von heute?

ExxonMobil

Herausforderung Energie: Packen wir's an.

Energieprognose 2011–2030

Strom, Wärme und Verkehr sind die drei wesentlichen Nutzungsfelder von Energie. Sollen die gesteckten Klimaschutzziele der Bundesregierung erreicht werden, kann es in allen drei Bereichen kein „Weiter-wie-bisher“ geben. Der Energiemix zur Stromerzeugung in Deutschland wird sich in Zukunft genauso ändern wie die energetischen Sanierungsstandards von Gebäuden und die Antriebstechnologie der Fahrzeuge, die auf unseren Straßen unterwegs sind. „Energieeffizienz“ lautet das Schlagwort, das diesen Wandel entscheidend prägt.

Eine Steigerung der Energieeffizienz fordert auch die Bundesregierung in ihrem im September 2010 veröffentlichten Konzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung Deutschlands. Darin werden ehrgeizige Ziele formuliert: Bis 2050 soll die Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung erheblich erweitert, die Wärmedämmung von Gebäuden zügig vorangetrieben und die Elektromobilität spürbar ausgebaut werden.

Das im März 2011 infolge der Erdbeben in Japan von der Bundesregierung beschlossene Moratorium zur Laufzeitverlängerung der deutschen Kernkraftwerke kann die Annahmen ihres Energiekonzepts verändern. Die möglichen Auswirkungen auf den Primärenergieverbrauch und insbesondere die Stromerzeugung in Deutschland können wir in dieser Prognose, deren Daten auf dem Stand vom Februar 2011 basieren, nur kurz anreißen.

Hiervon wohl unberührt bleibt die generelle Zielsetzung des Konzepts, den Energieverbrauch und damit auch die CO_2-Emissionen zu senken. Obwohl wir damit im Kern übereinstimmen, vertreten wir doch in einigen Punkten eine abweichende Meinung.

Ein wesentlicher Grund dafür sind die unterschiedlichen Herangehensweisen: Unser Blick reicht nur bis ins Jahr 2030 – und während das Energiekonzept der Bundesregierung Szenarien entwirft, wie definierte Ziele zu erreichen sind, legen wir auf Basis der aktuellen Rahmenbedingungen und Entwicklungen eine Prognose über den Ist-Zustand in 20 Jahren vor. So werden nach unseren Berechnungen Mineralöl und Erdgas bis 2030 mit nahezu 60 Prozent weiterhin die wichtigste Rolle im Energiemix spielen – im Energiekonzept werden sie jedoch kaum erwähnt.

Zukunftsweisende Technologien sind der Schlüssel zu mehr Energieeffizienz. Ein Beispiel dafür ist die CCS-Technologie zur Abscheidung und Speicherung von CO_2 aus Verbrennungsabgasen in der Stromerzeugung. Im Gegensatz zur Bundesregierung erscheint uns jedoch die wirtschaftliche Nutzung dieser Technologie bis 2030 auf breiter Basis noch nicht realisierbar.

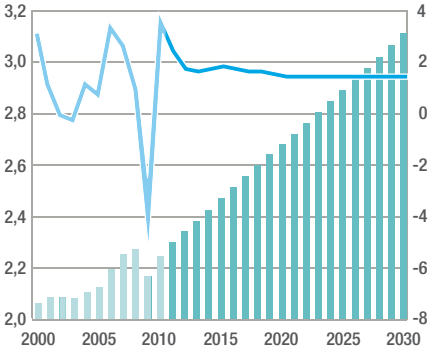
Im Verkehrssektor ist die zunehmende Elektrifizierung der Antriebe ein Ansatzpunkt zur klimaschonenden Mobilität. Durch die intelligente Nutzung von Elektrizität im Auto kann der CO_2-Ausstoß gesenkt werden. Sind also reine Elektrofahrzeuge die einzige Lösung? Der Frage gilt es nachzugehen, als zentrales Antriebskonzept wird nämlich der Verbrennungsmotor bis 2030 weiterhin dominieren. Die heute mit Benzin, Diesel oder Gas betriebenen Pkw weisen ein hohes Potenzial zur Effizienzverbesserung auf, das sich positiv auf den Kraftstoffverbrauch und damit auf die CO_2-Bilanz von morgen auswirken wird. Worin dieses Potenzial konkret besteht und wie viel Zukunft damit in den Autos von heute steckt, werden wir im Schwerpunktthema dieser Energieprognose näher beleuchten.

Prämissen

Den Ausführungen unserer Energieprognose liegen folgende Annahmen zur volkswirtschaftlichen Entwicklung zugrunde:

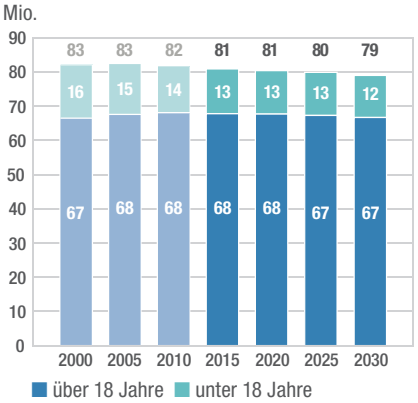
Der Einbruch, den das Bruttoinlandsprodukt (BIP) nach der Wirtschaftskrise im Jahr 2009 erlebte, war nicht so stark wie befürchtet. Die Wirtschaft hat sich schnell erholt, so dass das BIP bereits ab 2012 wieder eine durchschnittliche Steigerungsrate von etwa 1,5 Prozent pro Jahr aufweisen wird.

Bruttoinlandsprodukt



Bis ins Jahr 2030 nimmt die Einwohnerzahl Deutschlands weiter ab. In 20 Jahren leben noch rund 79 Millionen Menschen in Deutschland. Die Lebenserwartung steigt, die Zahl der Geburten geht aber zurück, so dass der Anteil der unter 18-Jährigen von knapp 14 Millionen im Jahr 2010 auf ca. 12 Millionen im Jahr 2030 sinkt.

Bevölkerung



Primärenergieverbrauch

In den nächsten 20 Jahren geht der Primärenergieverbrauch (PEV) um etwa 15 Prozent zurück. Diese erhebliche Verbrauchsreduzierung wird ermöglicht durch die steigende Energieeffizienz sowie einen sparsameren Umgang mit Energie in allen Lebensbereichen.

Im Jahr 2030 beträgt der gesamte Verbrauch an Primärenergie 415 Millionen Tonnen SKE. Das ist mehr, als die Bundesregierung in ihrem Energiekonzept angenommen hat. Ein Hauptgrund dafür ist, dass wir von einem höheren Wachstum der Wirtschaft ausgehen. Mit dem wachsenden Anteil an Dienstleistungen haben sich Bruttoinlandsprodukt (BIP) und PEV zwar entkoppelt, aber zum Beispiel im Stromsektor besteht ein klarer Zusammenhang. Das heißt: Eine positive BIP-Entwicklung erhöht auch die Stromnachfrage.

Ein Blick auf den Energiemix zeigt, dass Mineralöl und Erdgas mit einem Anteil von zusammen rund 60 Prozent bis 2030 die wichtigsten Energieträger bleiben. Der Anteil der erneuerbaren Energien wächst. Kohle entwickelt sich rückläufig. Etwa ab 2020 wird der Ausstieg aus der Kernenergie spürbar. Als Ausgleich gibt es Zuwächse bei den erneuerbaren Energien und bei Erdgas.

Wir sind davon ausgegangen, dass sich die durchschnittliche Laufzeit der deutschen Kernkraftwerke gemäß Energiekonzept der Bundesregierung um 12 Jahre verlängert. Sollten die Laufzeiten infolge der Erdbeben in Japan deutlich verkürzt werden, müssen die Anteile von Kohle und Erdgas zunächst steigen, da die dann entstehende Versorgungslücke nicht allein durch erneuerbare Energien

zu schließen ist. Die ohnehin zu lösende Frage des Stromnetzausbaus wird damit zusätzliches Gewicht erhalten, weil beispielsweise die meisten Wind- und Kohlekraftwerke im Nordwesten und die meisten Kernkraftwerke im Süden Deutschlands stehen.

■ PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH (PEV)

Als Primärenergie bezeichnet man die in natürlichen Energieträgern (z. B. Mineralöl) vorhandene Energie, die noch keiner Umwandlung oder Aufbereitung (z. B. in Benzin oder Diesel) unterworfen wurde. Der Primärenergieverbrauch wird in Steinkohleeinheiten (SKE) angegeben. 1 kg SKE entspricht der Energiemenge, die beim Verbrennen von 1 kg Steinkohle frei wird.

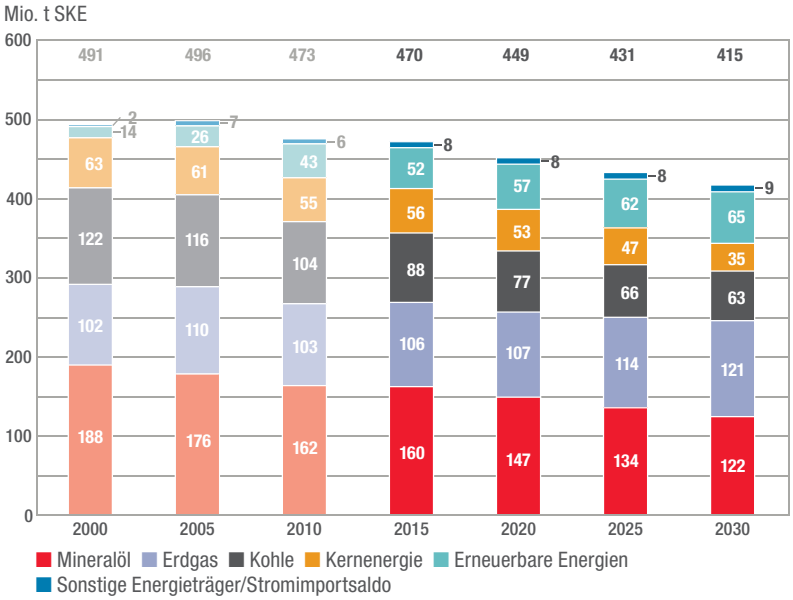
Energieeffizienz

Im Zeitraum von 2000 bis 2030 sinkt der PEV um 76 Millionen Tonnen SKE. Wie wichtig technischer Fortschritt und der sparsame Umgang mit Energie sind, wird deutlich, wenn man den hypothetischen Mehrbedarf an Primärenergie berechnet, den wir ohne Einspareffekte hätten. Basis unserer Berechnungen ist der Zusammenhang zwischen BIP und PEV. Für das Jahr 2000 haben wir ermittelt, wie viel Primärenergie nötig war, um 1.000 Euro BIP zu erzeugen. Diesen Faktor haben wir auch für die Folgejahre bis 2030 zugrunde gelegt. Danach würden wir 2030 80 Prozent mehr Energie benötigen als im Jahr 2000. Stattdessen sind es aber rund 15 Prozent weniger.

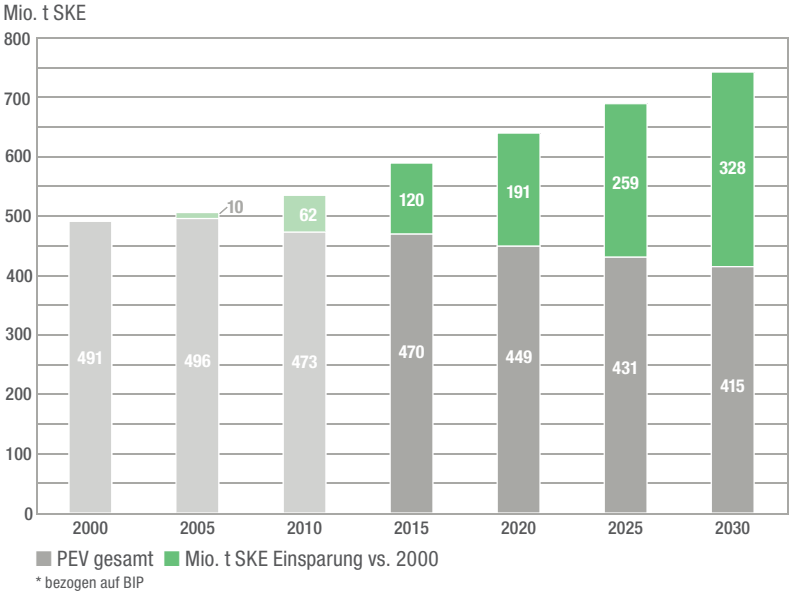
Ordnet man diesen hypothetischen Mehrbedarf den Energieträgern gemäß ihren Anteilen am Mix* der jeweiligen Jahre zu, zeigt sich, welchen Beitrag Energiesparmaßnahmen und wachsende Effizienz zur Ressourcenschonung leisten. Ohne diese Maßnahmen würden wir 2030 insgesamt 328 Millionen Tonnen SKE, davon 243 Millionen Tonnen allein an fossilen Energieträgern (Kohle, Öl und Gas), mehr benötigen als von uns prognostiziert.

* Da es sich hierbei um eine hypothetische Annahme handelt, wurde für diese Berechnung die begrenzte Laufzeit der Kernkraftwerke außer Acht gelassen.

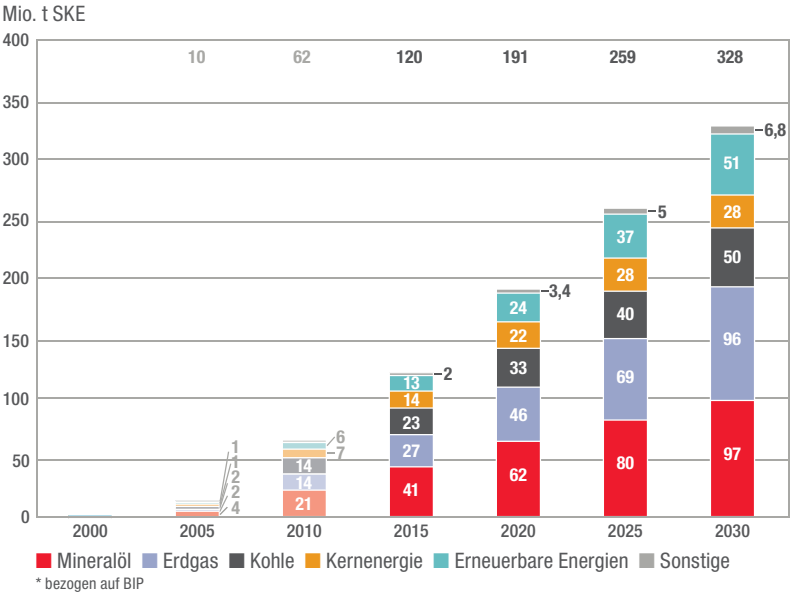
PEV gesamt



PEV Einsparung gesamt* kum. vs. 2000



PEV Einsparung nach Energieträgern*



ENERGIEEFFIZIENZ
Ziel der Energieeffizienz ist es, einen angestrebten Nutzen (eine Energieleistung) mit möglichst wenig Energieeinsatz zu erreichen. Die Energieeffizienz ist umso höher, je geringer die Energieverluste bei der Gewinnung, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Energieträgern für die jeweilige Energiedienstleistung sind. Beispiele für den effizienten Einsatz von Energie reichen von der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) in Kraftwerken und Industrieanlagen bis hin zu Wärmepumpen oder der Wärmedämmung von Gebäuden.

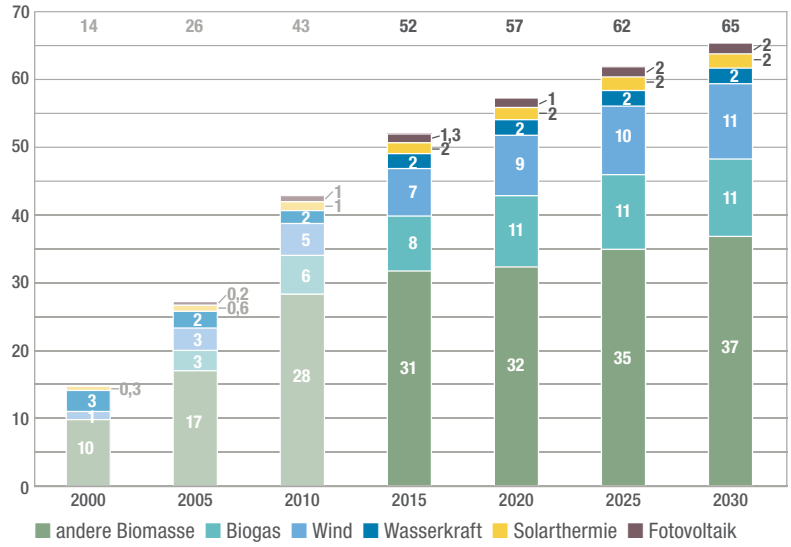
Tatsächlich wird der Bedarf an Energie bis 2030 immer mehr zurückgehen. Damit die erneuerbaren Energien wirksam zur Energieversorgung in Deutschland beitragen können, werden verstärkt moderne Technologien eingesetzt. Der Anteil der Erneuerbaren am Energiemix steigt bis 2030 auf 65 Millionen Tonnen SKE an und beträgt dann ca. 16 Prozent. Die Windenergie wird weiter ausgebaut. Den stärksten Zuwachs hat jedoch die wetterunabhängige Biomasse zu verzeichnen. Sie wird nicht nur zunehmend in der Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt, sondern auch als Kraftstoffbeimischung im Verkehr.

In Ergänzung zum Erdgas gewinnt Biogas an Bedeutung, dessen Anteil im Erdgas bis 2030 auf nahezu 10 Prozent steigt.

Die Biogasnutzung ist jedoch nicht unumstritten: Für den wirtschaftlichen Betrieb von Biogasanlagen werden Pflanzen mit hohem Energiegehalt wie zum Beispiel Mais oder Raps benötigt. Ihr Anbau ist mit einem sehr großen Flächenbedarf verbunden – in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion entstehen Monokulturen, die das ökologische Gleichgewicht stören. Ein klarer Vorteil ist hingegen, dass die Infrastruktur zur Einspeisung von Biogas ins Erdgasnetz bereits vorhanden ist.

Weitere erneuerbare Energien wie Wasserkraft, Solarthermie, Fotovoltaik und Geothermie werden im Prognosezeitraum noch keine große Bedeutung haben.

PEV Erneuerbare Energien



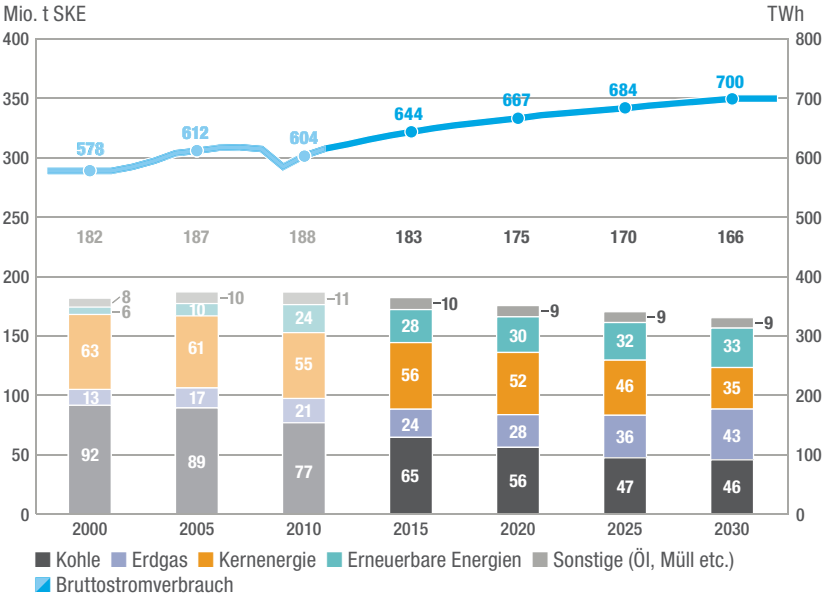
Verbrauchssektor Strom

Mit einem Anteil von aktuell 40 Prozent ist die Stromerzeugung der größte Sektor des Primärenergieverbrauchs. Im Gegensatz zum Energiekonzept der Bundesregierung, das von einer sinkenden Stromnachfrage ausgeht, erwarten wir bis 2030 eine Steigerung um 16 Prozent gegenüber 2010.

Wachsende Wirtschaftsbelebung und zunehmender Wohlstand führen in Deutschland zu einem höheren Strombedarf. Die benötigte Menge wächst von 604 Terawattstunden (TWh) im Jahr 2010 auf rund 700 TWh im Jahr 2030. Im selben Zeitraum sinkt der Energiebedarf, der zur Erzeugung des Stroms eingesetzt werden muss, von 188 auf 166 Millionen Tonnen SKE. Die Gründe: Technologische Verbesserungen erhöhen den Wirkungsgrad der bestehenden Kraftwerke und neue Anlagen mit höherem Wirkungsgrad kommen hinzu. Ein Beispiel sind Windkraftwerke, bei denen ältere Anlagen durch neue mit höherer Kapazität ersetzt werden und zusätzlich neue, effizientere Offshore-Anlagen den Betrieb aufnehmen.

Im Prognosezeitraum verzeichnet Erdgas bei der Stromerzeugung den höchsten Zuwachs. Als fossiler Energieträger mit dem geringsten CO_2-Ausstoß nimmt es eine wichtige Brückenfunktion zur verstärkten Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien ein. Eine besondere Rolle spielt dabei die dezentrale Nutzung in Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, in denen Erdgas genauso wie Biogas heute schon eingesetzt werden kann.

Stromerzeugung gesamt **Bruttostromverbrauch**



Die erneuerbaren Energien tragen 2030 mit 33 Millionen Tonnen SKE zu knapp 20 Prozent zur Stromerzeugung bei. Der eher moderate Anstieg bei Windenergie und Fotovoltaik lässt sich darauf zurückführen, dass der zur Nutzung dieser Energien erforderliche Ausbau des Stromnetzes bis 2030 noch nicht flächendeckend umgesetzt ist. Hier gilt es, eine grenzübergreifende europäische Infrastruktur aufzubauen – ein langfristiges Projekt, das über unseren Prognosezeitraum hinausweist.

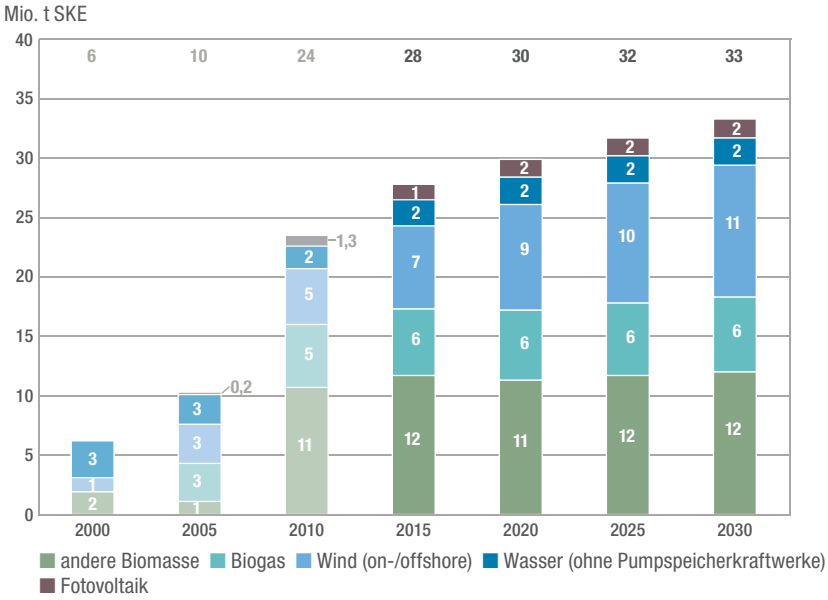
Energiebedingte CO_2-Emissionen

Der bis 2030 sinkende Energieverbrauch geht mit einer Reduzierung der energiebedingten CO_2-Emissionen einher.

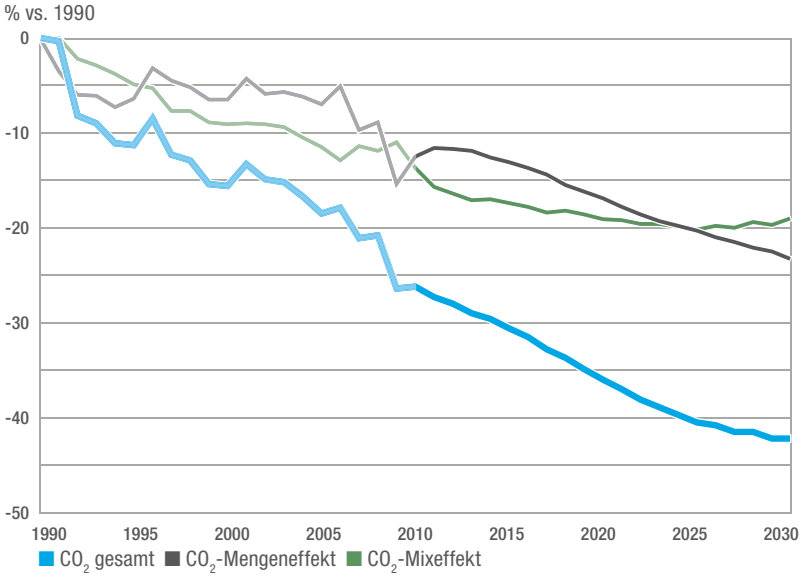
Generell wird diese Entwicklung von zwei Faktoren bestimmt, die sich jeweils etwa zur Hälfte auswirken: Zum einen führt die weniger verbrauchte Energiemenge zu einer Verringerung der Emissionen (Mengeneffekt), zum anderen wirkt sich der veränderte Energiemix, das heißt der vermehrte Einsatz von Energieträgern mit geringerem CO_2-Ausstoß, positiv auf die Klimabilanz aus (Mixeffekt). Addiert man diese beiden Effekte, zeigt sich, dass sich die CO_2-Emissionen im Vergleich zu 1990 insgesamt um 36 Prozent bis 2020 und um 42 Prozent bis 2030 reduzieren.

Da wir andere Annahmen zur PEV-Entwicklung getroffen haben als die Bundesregierung, erreichen wir nicht ganz die im Energiekonzept festgelegten CO_2-Minderungsziele (-40 Prozent bis 2020, -55 Prozent bis 2030). Insgesamt ist Deutschland bei der Verringerung der CO_2-Emissionen auf einem sehr guten Weg. Falls sich die Laufzeiten der deutschen Kernkraftwerke allerdings deutlich verkürzen sollten, wird sich dies auch auf die CO_2-Emissionen auswirken.

Stromerzeugung Erneuerbare Energien



Energiebedingte CO_2-Emissionen



Schwerpunkt: Wie viel Zukunft steckt im Auto

Die Autos von heute werden zu 99 Prozent von einem Verbrennungsmotor angetrieben. Zu den größten Herausforderungen der Fahrzeughersteller gehört die EU-Vorgabe, den CO_2-Ausstoß von neu zugelassenen Pkw bis 2020 von heute durchschnittlich 152 g/km auf 95 g/km zu reduzieren. In diesem Zusammenhang spielt die Verbesserung bestehender und die Weiterentwicklung neuer Antriebe eine zentrale Rolle. In unserer Prognose zeigen wir auf, wie sich die verschiedenen Antriebsarten im Pkw-Bestand entwickeln und in welchem Umfang sich die vielfältigen Potenziale zur Effizienzverbesserung auf den Kraftstoffverbrauch und die CO_2-Bilanz auswirken.

Im Jahr 2030 werden 44,2 Millionen Pkw in Deutschland zugelassen sein. Der Bestand steigt im Prognosezeitraum durch zunehmenden Wohlstand erst leicht an und erreicht 2025 mit fast 44,5 Millionen Pkw seinen Höhepunkt. Mit sinkender Bevölkerungszahl geht er bis 2030 wieder um 0,3 Millionen Fahrzeuge zurück.

Dabei ändert sich im Prognosezeitraum das Verhalten der Autofahrer: Mit steigendem Umweltbewusstsein nutzen sie verstärkt öffentliche Verkehrsmittel oder steigen auf das Fahrrad um. Trotzdem möchten sie bei Bedarf ein Auto zur Verfügung haben.

Auch in 20 Jahren werden noch über 90 Prozent der Pkw mit einem Verbrennungsmotor angetrieben. Dabei gewinnen Dieselfahrzeuge zunehmend an Bedeutung. Der Grund: Im Vergleich zu Benzin ermöglicht Diesel heute schon einen geringeren spezifischen Kraftstoffverbrauch, der in Zukunft noch weiter sinken wird. So tragen Dieselmotoren schneller und effektiver zur geforderten Reduzierung der CO_2-Emissionen bei.

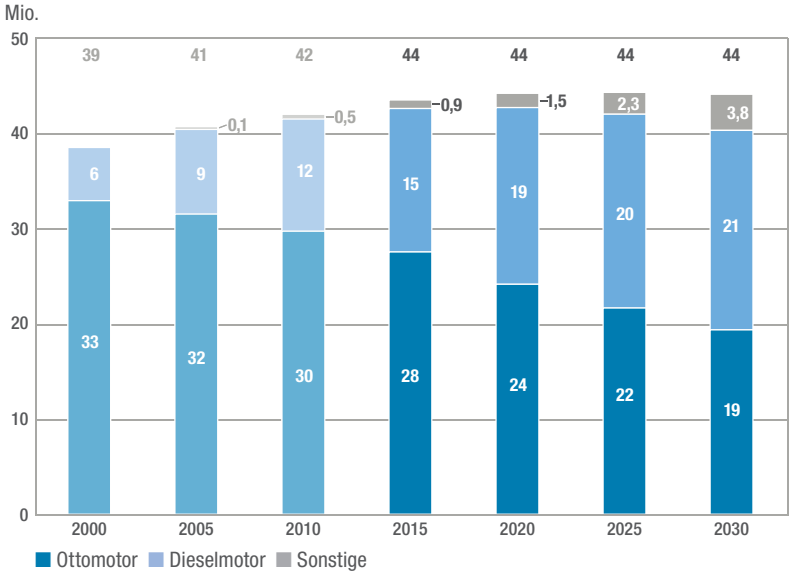
Über einen Verbrennungsmotor verfügen auch Pkw mit Gasantrieb. Erdgas und Flüssiggas verbrennen umweltschonender als Benzin oder Diesel. Deswegen können gasbetriebene Pkw einen wesentlichen Beitrag zur Umsetzung der Emissionsziele leisten. Besonders Erdgasfahrzeuge bieten in Bezug auf die CO_2-Minderung Vorteile: Erdgas besitzt einen höheren Energiegehalt als Flüssiggas und emittiert fast ein Viertel weniger CO_2 als flüssige Kraftstoffe. Das heißt: Es ist sparsamer im Verbrauch und klimaschonender. Zudem können Erdgasfahrzeuge auch mit Biogas betrieben werden.

Auch wenn es heute mehr Pkw gibt, die mit Flüssiggas fahren, wird der Anteil an Erdgasfahrzeugen langfristig steigen. Diese Entwicklung will die Bundesregierung laut Energiekonzept fördern. Eine Voraussetzung dafür ist allerdings der weitere Ausbau des deutschen Netzes an Erdgastankstellen.

Um kurz- bis mittelfristig Klimaeffekte zu erzielen, ist also die Weiterentwicklung der Otto- und besonders der Diesel- und Erdgas-Pkw ein wichtiger Ansatzpunkt. Dabei spielt die intelligente Nutzung von Elektrizität in der Antriebstechnologie eine zentrale Rolle. Hier werden die Systeme immer vielfältiger – und energieeffizienter. So lassen sich durch Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor und Start-Stopp-Automatik oder moderne Pkw, die zusätzlich mit Bremskraftrückgewinnung arbeiten, erhebliche Emissionseinsparungen realisieren.

Diese Technologien setzen sich zunehmend durch, so dass der CO_2-Ausstoß bei Neuzulassungen mit Verbrennungsmotor von heute ca. 152 g auf ca. 105 g pro km im Jahr 2020 zurückgeht. Der Zielwert der EU von 95 g/km wird bis dahin nicht erreicht, da in Deutsch-

Pkw-Bestand gesamt*



* stichtagsbezogen jeweils auf den 31.12.

land eine höhere Nachfrage nach größeren Fahrzeugen besteht als in anderen Ländern der Europäischen Union. In der Folgezeit sinkt der durchschnittliche CO_2-Ausstoß aufgrund der fortschreitenden Effizienzverbesserung auf ca. 83 g/km. Ohne den angesprochenen Effekt der Elektrifizierung läge der Wert am Ende des Prognosezeitraums ungefähr 29 Prozent höher.

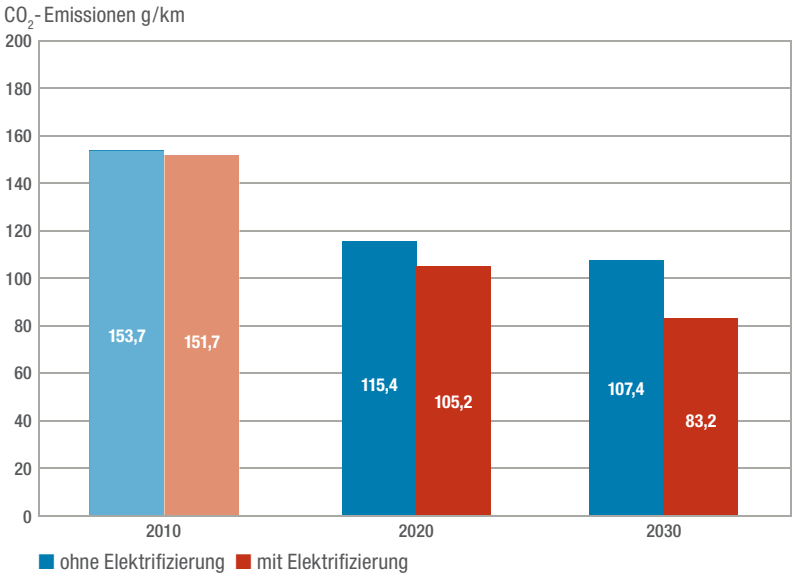
Eine weitere Stufe der Elektrifizierung stellen Voll-Hybride dar, die neben einem Verbrennungsmotor auch einen Elektromotor besitzen. Die Herstellung von Voll-Hybrid-Fahrzeugen ist zurzeit noch mit hohen Kosten verbunden. Zudem hebt das hohe Gewicht der Batterien (Akkumulatoren) die Energiesparvorteile zum Teil wieder auf.

Längerfristig werden die Voll-Hybride nahezu vollständig von größtenteils rein elektrisch fahrenden Plug-in-Hybriden abgelöst. Schon heute emittiert ein Plug-in-Hybrid mit ca. 67 g im Vergleich zum Voll-Hybriden weniger als die Hälfte CO_2 pro km. Kommt der Strom, mit dem die Batterie aufgeladen wird, ausschließlich aus erneuerbaren Quellen, werden Plug-in-Fahrzeuge noch umweltfreundlicher.

Das Gleiche gilt für Elektrofahrzeuge: Fahren diese mit Strom, der aus erneuerbaren Energien stammt, besitzen sie die beste CO_2-Bilanz aller Antriebsarten. Mit dem Strommix von heute, bei dem der Anteil der Erneuerbaren an der Erzeugung 13 Prozent beträgt, sind sie jedoch nicht klimafreundlicher als moderne Pkw mit sparsamen Verbrennungsmotoren.

Dazu kommen weitere ungelöste Fragen, die zum Beispiel die Reichweite und Lebensdauer der Batterien betreffen. Nach heutigem Stand der Technik geht man davon aus, dass eine Batterieladung für bis zu 200 km reicht.

Einfluss der Elektrifizierung von Antrieben*
Neuzulassungen mit Verbrennungsmotoren



* Durchschnittsauto Kompaktklasse

Sobald Heizung oder Klimaanlage laufen, reduziert sich die Reichweite sofort. Zudem sind die Batterien heute noch zu schwer, ihre Technik ist hochkomplex. So müssen sie beispielsweise thermisch konditioniert sein, das heißt, sie dürfen weder zu heiß noch zu kalt werden, um die geforderte Lebensdauer zu erreichen. Auch der finanzielle Aspekt spielt eine Rolle: Eine Batterie der erforderlichen Kategorie kostet heute in etwa so viel wie ein Kleinwagen.

Eine Möglichkeit zur Erhöhung der Reichweite bieten Elektrofahrzeuge, die zusätzlich über einen kleinen Verbrennungsmotor (Range Extender) verfügen. Da der Verbrennungsmotor das Fahrzeug aber nicht direkt antreibt, ist auch die Reichweite eines Elektrofahrzeugs mit Range Extender immer noch geringer als die eines Plug-in-Hybriden.

Da Elektroautos emissionsfrei und sehr leise fahren, können sie speziell in Großstädten dazu beitragen, den verkehrsbedingten Geräuschpegel zu senken und die Smogbildung zu verringern. Im reinen Stadteinsatz stellt auch die begrenzte Reichweite der Fahrzeuge keinen Nachteil dar.

Als kritisch ist jedoch die lange Ladezeit der Batterien einzustufen: An der Steckdose beträgt sie aktuell bis zu acht Stunden. Die Aufladung an Starkstrom-Schnellladesäulen dauert zwar weniger als 60 Minuten, aber jeder Schnellladevorgang verkürzt die Lebensdauer der Batterie. Zudem gibt es bislang keine flächendeckende Infrastruktur für diese Säulen.

Das bedeutet: Elektrofahrzeuge garantieren heute noch keine klimaschonende Mobilität, bieten weniger Leistung und Komfort als Pkw mit Verbrennungsmotoren – sind aber in der Anschaffung fast doppelt so teuer.

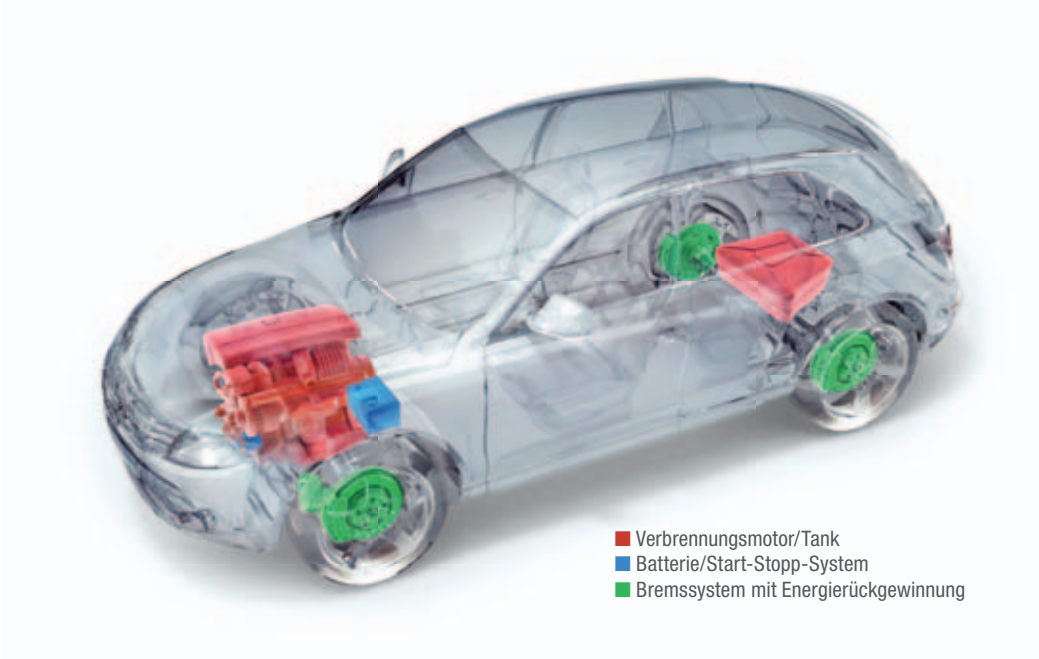
Bei der Batterietechnologie ist bisher kein Durchbruch zu wesentlich kostengünstigeren Lösungen erkennbar. Hinzu kommt, dass von der Entwicklung neuer Prototypen bis zur kommerziellen Pkw-Massenfertigung etwa 20 Jahre vergehen.

Auch wenn einige dieser Probleme in den nächsten Jahren nach und nach gelöst werden, bleibt es fraglich, ob die von der Bundesregierung für das Jahr 2030 angestrebte Zahl von sechs Millionen Elektrofahrzeugen im Pkw-Bestand realisiert werden kann. Wir gehen davon aus, dass in 20 Jahren 316.000 reine Elektroautos, 319.000 Elektrofahrzeuge mit Range Extender und 1.892.000 Plug-in-Hybride in Deutschland zugelassen sein werden. Da alle drei zusammen aber 2030 erst rund 6 Prozent des Gesamtbestandes an Pkw ausmachen, spielen sie bei der Erreichung der Klimaschutzziele nur eine untergeordnete Rolle.

Trotzdem zeigt sich zum Ende des Prognosezeitraums die immer größere Vielfalt der Pkw-Kategorien. Dabei weisen die Fahrzeuge mit alternativen Antrieben die höchsten Wachstumsraten auf.

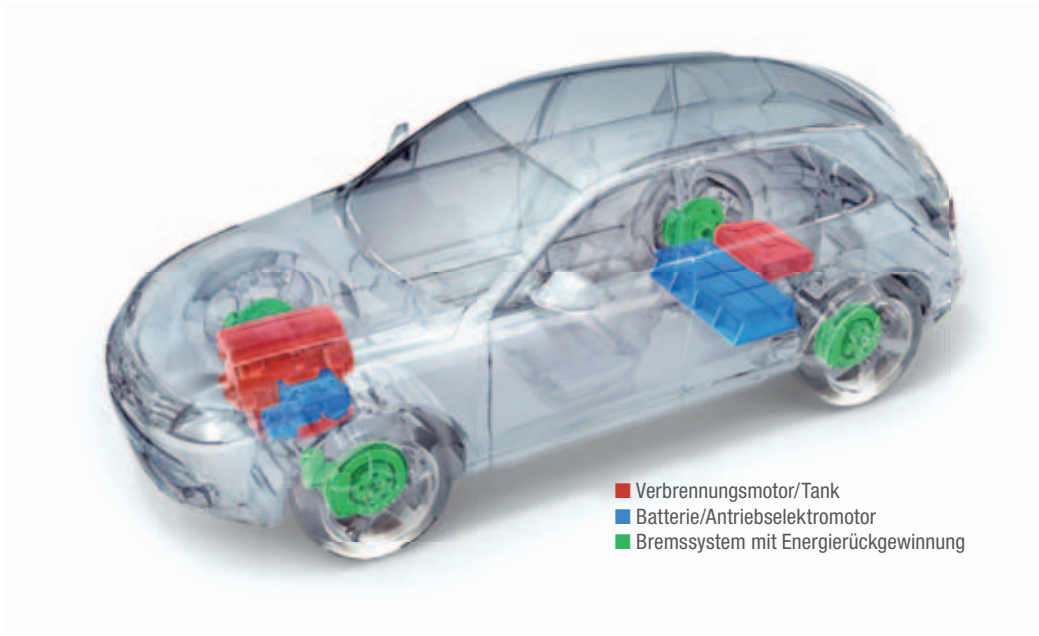
PKW MIT VERBRENNUNGSMOTOR

Verbrennungsmotoren wandeln die Energie eines Treibstoffs – Benzin, Diesel oder Gas – in mechanische Arbeit um. Heute sind Pkw häufig schon mit einer kraftstoffsparenden Start-Stopp-Automatik ausgestattet (Mikro-Hybrid). Dabei werden Starter und Generator durch eine elektrische Maschine ersetzt, die den Motor bedarfsgerecht an- und ausschaltet. Zudem verfügen sie vielfach über ein modernes Bremssystem, das die beim Bremsen frei werdende Energie in die Batterie zurückführt (Mild-Hybrid).

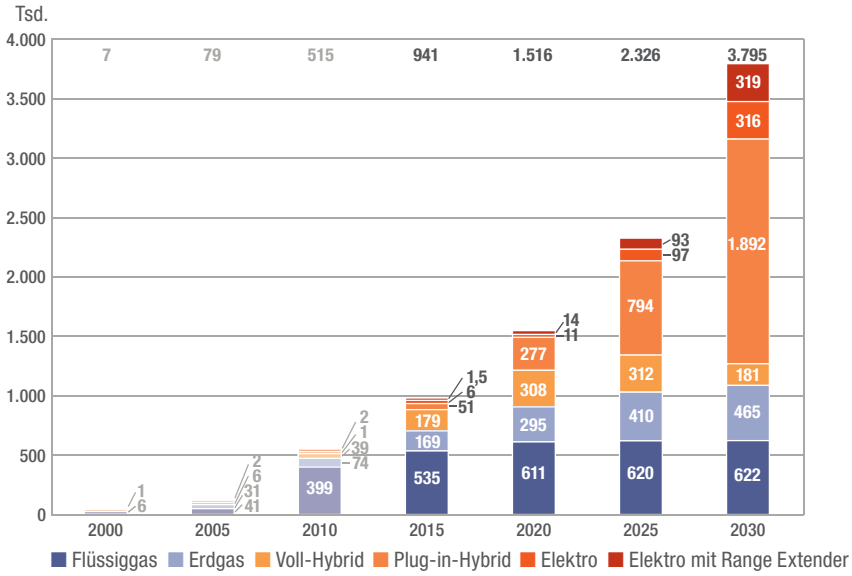


VOLL-HYBRID

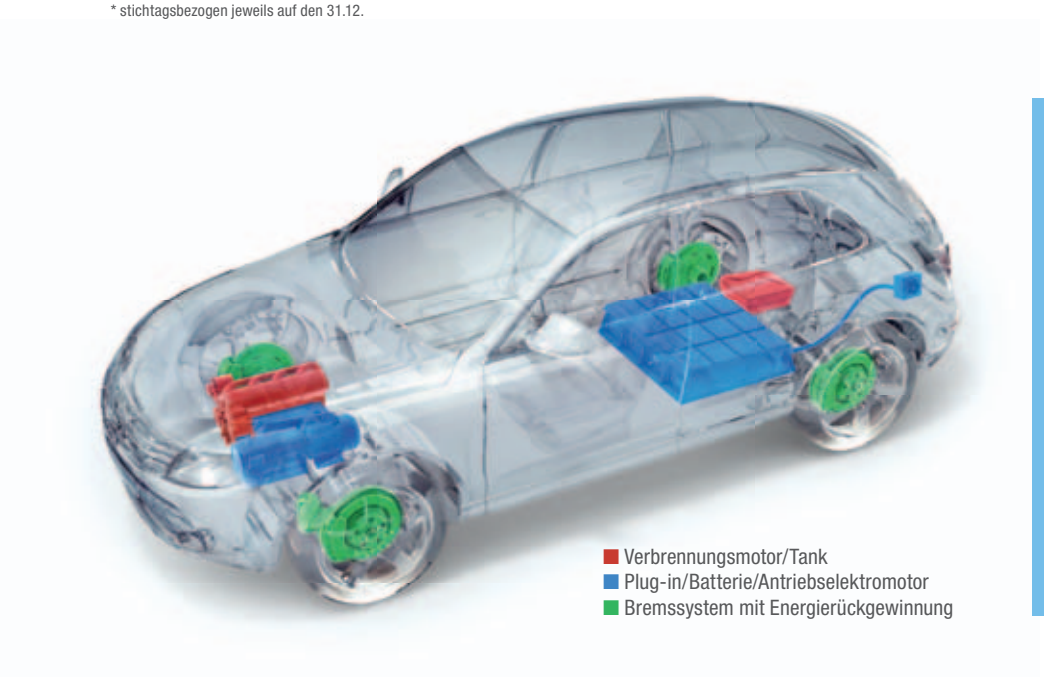
Beim Voll-Hybriden wird der Verbrennungsmotor um einen kleinen Elektromotor ergänzt. Entsprechend größer fällt die Batterie aus. Der Verbrennungsmotor treibt das Fahrzeug an, über kurze Distanzen können Voll-Hybride aber auch rein elektrisch fahren. Dabei produziert der in der Regel mit Ottokraftstoff betriebene Verbrennungsmotor den benötigten Strom. Die Batterieaufladung ist damit unabhängig vom Stromnetz.



Pkw-Bestand alternative Antriebe*



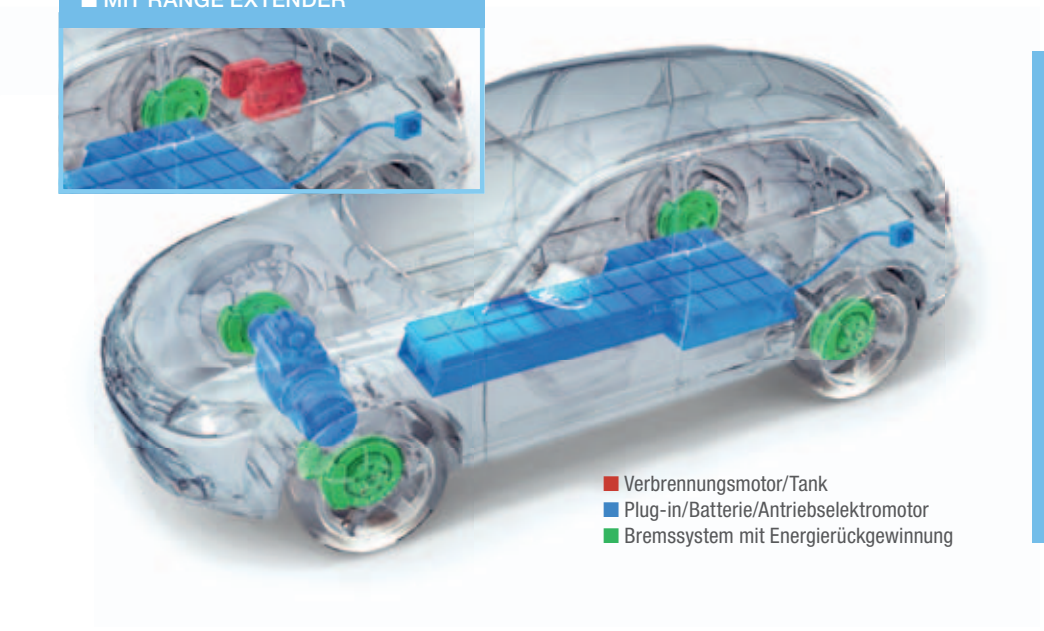
Elektrofahrzeuge gemäß Energiekonzept der Bundesregierung: Plug-in-Hybrid + Elektro + Elektro mit Range Extender
* stichtagsbezogen jeweils auf den 31.12.



PLUG-IN-HYBRID

Plug-in-Hybride fahren rein elektrisch, verfügen aber über einen kleiner dimensionierten Verbrennungsmotor, der zum Einsatz kommt, wenn die Batterieladung nicht mehr ausreicht. Im Gegensatz zum Voll-Hybriden produziert der Verbrennungsmotor keinen Strom. Das Aufladen der Batterie erfolgt über den Anschluss an das Stromnetz.

MIT RANGE EXTENDER



ELEKTROFAHRZEUG

Elektrofahrzeuge werden über einen Elektromotor angetrieben. Sie verfügen über eine groß dimensionierte Batterie, die zumeist in den unteren Bereich der Karosserie integriert ist. Ihre Aufladung erfolgt über spezielle Ladesäulen. Die Reichweite der E-Autos kann durch einen Range Extender erweitert werden. Darunter versteht man einen kleinen Verbrennungsmotor, der im Unterschied zum Plug-in-Hybriden die Batterie zwar nachlädt, das Fahrzeug aber nicht direkt antreibt.

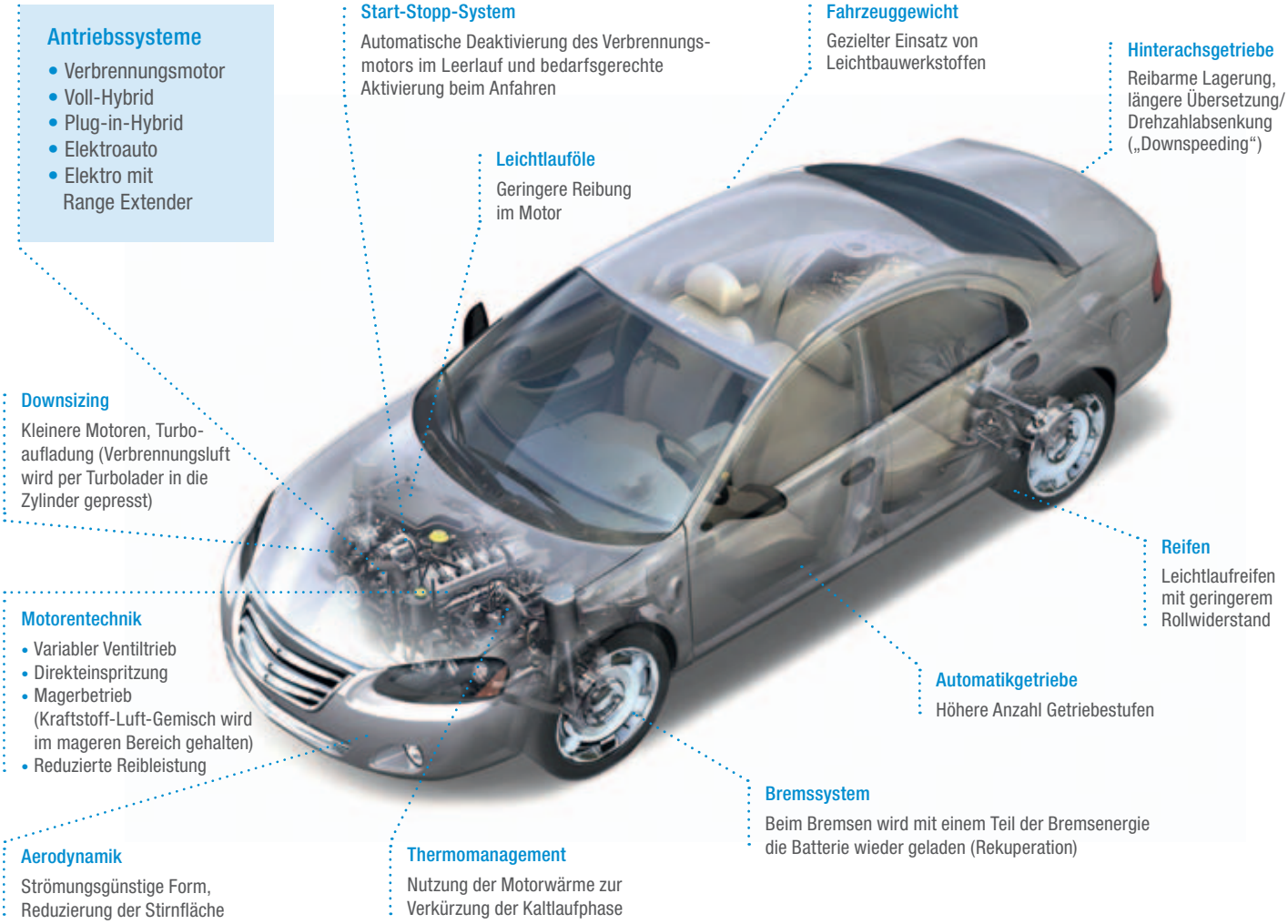
Schwerpunkt: Wie viel Zukunft steckt im Auto von heute?

Es sind jedoch nicht nur die Antriebstechnologien, die sich positiv auf die CO_2-Emissionen von Pkw auswirken. Hinzu kommt eine Vielzahl technischer und baulicher Möglichkeiten zur Effizienzverbesserung der Fahrzeuge. Dazu zählen zum Beispiel neue Downsizing-Konzepte zur Verkleinerung von Motoren durch Direkteinspritzung oder Turboaufladung. Auch eine höhere Anzahl von Stufen im Automatikgetriebe oder die intelligente Nutzung der Motorwärme zur Verkürzung der Kaltlaufphase tragen zur Verbrauchsreduzierung bei.

Obwohl sich nicht alle von uns aufgezeigten Möglichkeiten zur Senkung des Kraftstoffbedarfs miteinander kombinieren lassen und ihre Auswahl im Wesentlichen von der Antriebsart abhängt, sind Elemente wie das Start-Stopp-System, die weitere Verbesserung der Aerodynamik, die Reduzierung des Fahrzeuggewichts oder die Nutzung von Leichtlaufreifen übergreifend in jeder Fahrzeugkategorie realisierbar.

Alle technischen und baulichen Maßnahmen werden im Prognosezeitraum optimiert und weiterentwickelt. Insbesondere für die bis 2030 dominierenden Pkw mit Verbrennungsmotoren stellen sie ein hohes Potenzial dar, die CO_2-Emissionen noch weiter zu senken. Nicht zu unterschätzen ist bei allen technischen Lösungen jedoch, welch großen Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch die Fahrweise der Verkehrsteilnehmer hat.

Technische und bauliche Möglichkeiten zur Effizienzverbesserung

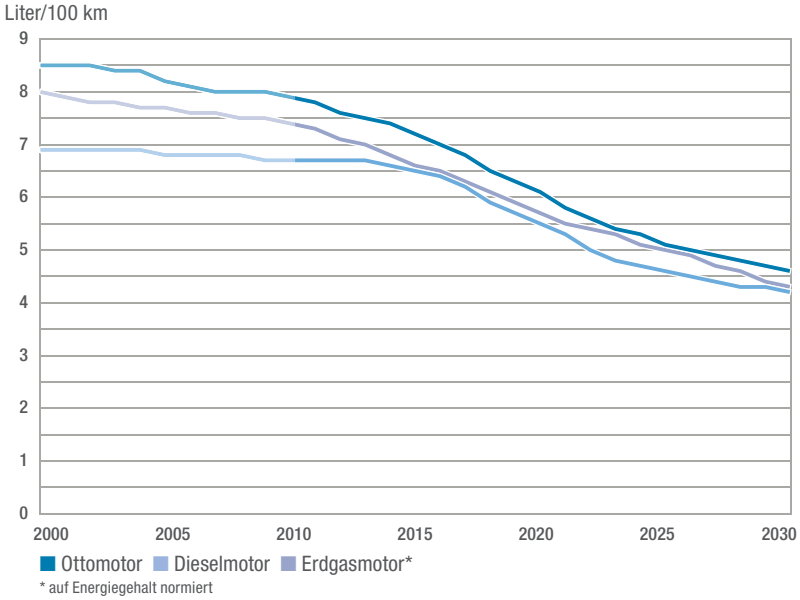


Die gezielte Nutzung der vielfältigen Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung schlägt sich auch im Kraftstoffverbrauch der Pkw mit Verbrennungsmotor nieder. Betrachtet man beispielsweise die Werte von Autos mit Otto-, Diesel- und Erdgasmotoren, zeigt sich, dass gegen Ende des Prognosezeitraums alle Fahrzeuge zusammen durchschnittlich weniger als fünf Liter pro 100 km verbrauchen. Dabei sind Erdgasmotoren heute bereits wesentlich effizienter als Ottomotoren. Den niedrigsten spezifischen Kraftstoffverbrauch weisen Dieselmotoren auf.

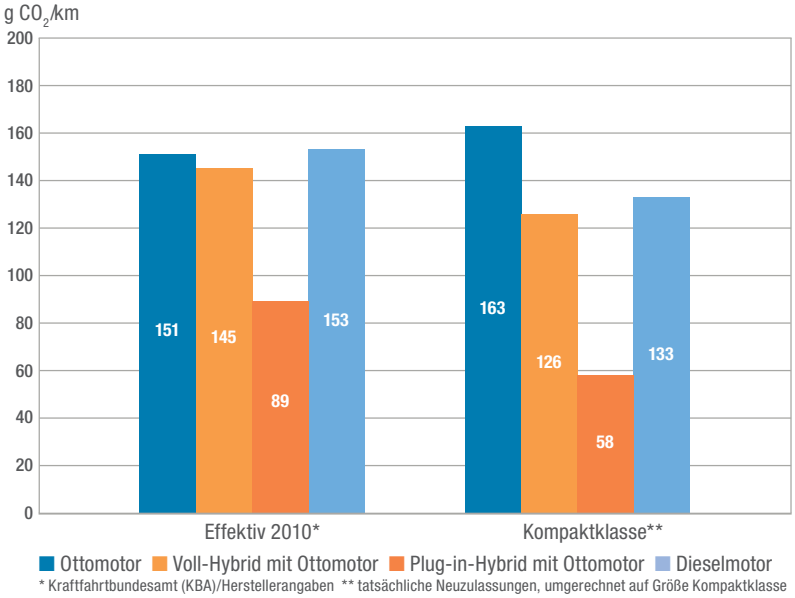
Das hohe Energiespar-Potenzial von Fahrzeugen mit Dieselmotor wird deutlich, wenn man die Pkw-Neuzulassungen im Jahr 2010 genauer analysiert. Betrachtet man den durchschnittlichen CO_2-Ausstoß der verschiedenen Antriebsarten, so scheinen dieselbetriebene Pkw mit ca. 153 g CO_2/km die höchsten Emissionswerte aufzuweisen. Die Zahlen sind aber nicht vergleichbar, da sie die unterschiedlichen Größen der Fahrzeuge nicht berücksichtigen. Diesel-Pkw sowie Voll- oder Plug-in-Hybridfahrzeuge sind heute in der Regel größer und damit auch schwerer als Autos mit Ottomotor, was sich auf den Verbrauch und die Emissionen auswirkt. Deswegen haben wir dargestellt, wie sich der CO_2-Ausstoß der Antriebsarten zueinander verhält, wenn sie jeweils ein Auto derselben Größe antreiben – zum Beispiel die in Deutschland am häufigsten vertretene Kompaktklasse. Sofort ergibt sich ein anderes Bild: Der Ausstoß der Dieselmotoren liegt mit ca. 133 g CO_2/km deutlich unter dem der Ottomotoren, die rund 163 g CO_2/km emittieren, und übersteigt die Emissionen eines Voll-Hybriden nur um ca. 5 bis 6 Prozent.

Ein Vorteil, der sich auch in der Entwicklung des Pkw-Bestands zeigt: 2030 werden erstmals in der Geschichte des Personenkraftwagens in Deutschland mehr Fahrzeuge mit Diesel als mit Ottokraftstoff betrieben.

Pkw-spezifischer Verbrauch



Pkw-Neuzulassungen 2010 – CO_2-Emissionen im Vergleich

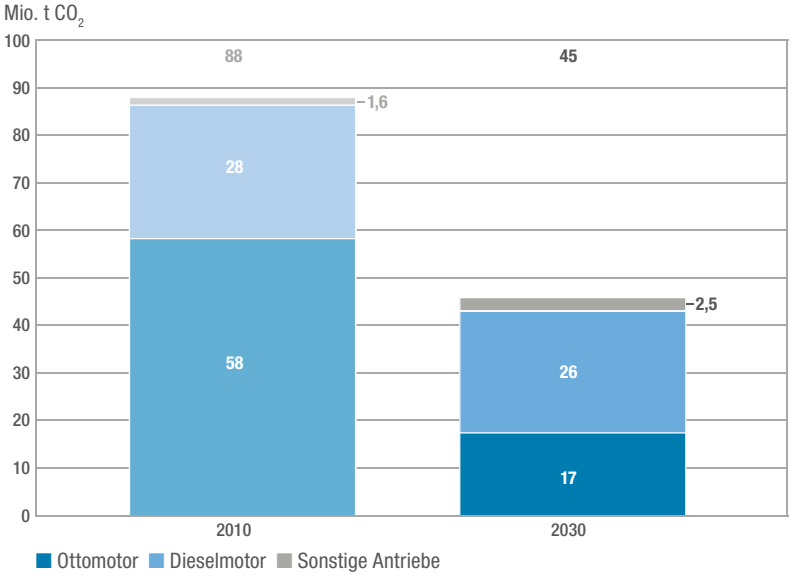


Insgesamt reduzieren sich die CO_2-Emissionen aller Pkw bis 2030 gegenüber heute fast um die Hälfte, obwohl der Bestand in Deutschland im Prognosezeitraum sogar noch leicht ansteigt. Wie dargestellt, sind die Gründe dafür vielfältig: Eine zunehmende Elektrifizierung, effizientere Antriebe, bauliche und technische Verbesserungen, die sich wandelnde Struktur im Pkw-Bestand sowie ein geringerer Kraftstoffverbrauch führen zu deutlich sinkenden Emissionen im individuellen Personenverkehr.

Dabei zeigt sich, dass die Effizienzverbesserung der Verbrennungsmotoren der Ansatzpunkt zum Erreichen der Klimaziele ist.

Denn mit rund 40 Millionen Otto- und Dieselfahrzeugen und einer weiteren Million Gasfahrzeugen im Jahr 2030 ist der positive Einfluss auf die CO_2-Bilanz wesentlich größer als bei der mit ca. 2,5 Millionen vergleichsweise kleinen Anzahl von Elektroautos und Plug-in-Hybriden. Nimmt man hinzu, dass der Verbrauch der Otto-, Diesel- und Gasfahrzeuge mit heute bereits umsetzbaren Maßnahmen und unter Nutzung der vorhandenen Tankstellen-Infrastruktur sofort gesenkt werden kann, zeigt sich das hohe Potenzial der Pkw mit Verbrennungsmotor, das zugleich eindrucksvoll die Frage beantwortet, wie viel Zukunft im Auto von heute steckt.

Pkw CO_2-Emissionen



Mineralöl

Mit einem Anteil von rund 30 Prozent am Primärenergieverbrauch bleibt Mineralöl im Prognosezeitraum der wichtigste Energieträger. In den nächsten 20 Jahren wird der Verbrauch in den Sektoren Verkehr, Haushalte und Industrie durch weitreichende technologische und strukturelle Neuerungen beeinflusst, die sich nicht nur auf den Produktmix, sondern auch auf den gesamten Mineralölverbrauch auswirken. Dieser sinkt – unter Berücksichtigung der biogenen Kraftstoffbeimischungen – von heute 106 auf 87 Millionen Tonnen im Jahr 2030.

Otto- und Dieselkraftstoffe

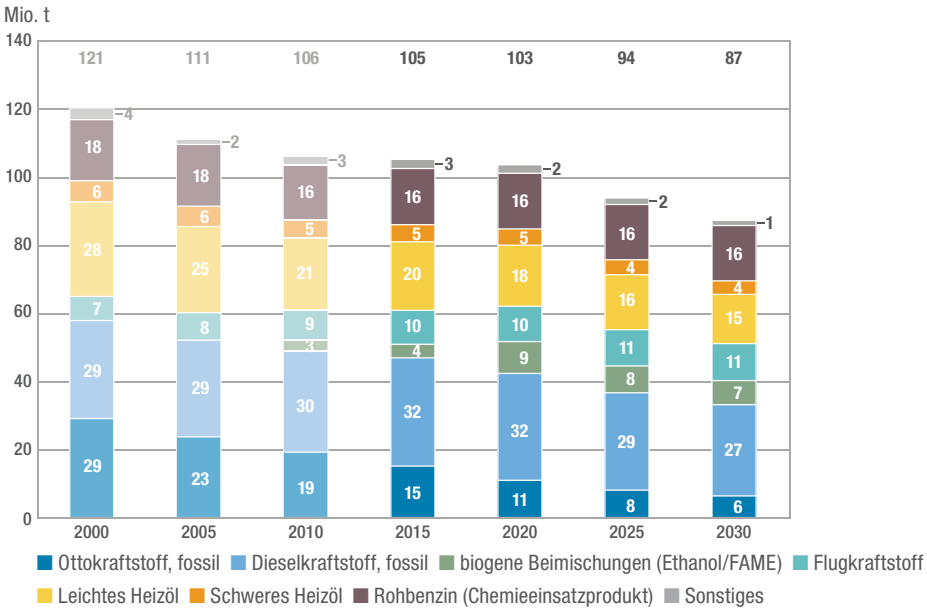
Die stärksten Veränderungen beim Mineralölbedarf sind im Segment Straßenverkehr zu verzeichnen, auf das auch 2030 fast noch die Hälfte der Nachfrage entfällt. Am auffälligsten ist dabei der Rückgang bei den fossilen Ottokraftstoffen. Mit zunehmendem technologischem Fortschritt kommt es zu einer Verringerung des Benzinverbrauchs pro Pkw. Darüber hinaus geht der Bestand an Autos, die mit Ottokraftstoffen angetrieben werden, zurück. Die jährliche Fahrleistung pro Pkw sinkt, da auch Verkehrsteilnehmer, die einen Pkw besitzen, häufiger auf Bus, Bahn oder Fahrrad umsteigen. Außerdem gewinnen alternative Mobilitätskonzepte wie zum Beispiel Carsharing zunehmend an Bedeutung.

In den nächsten 20 Jahren geht die Nachfrage nach fossilem Ottokraftstoff deswegen auf knapp ein Drittel zurück. Im gleichen Zeitraum verringert sich entsprechend der Bedarf an Ottokraftstoffen mit biogener Beimischung auf rund 40 Prozent des Volumens von 2010.

Die Einflüsse auf den Verbrauch an Dieselkraftstoff sind im Vergleich zum Ottokraftstoff noch vielfältiger, da Diesel sehr unterschiedliche Nachfragesegmente abdeckt: Im Pkw-Segment wird er sowohl für private als auch für gewerbliche Fahrzeuge (zum Beispiel Taxen) eingesetzt. Hinzu kommen die dieselgetriebenen Nutzfahrzeuge. Aber auch in der Schifffahrt, im Schienenverkehr sowie in der Land- und Bauwirtschaft wird Dieselkraftstoff verwendet.

Relevant für den prognostizierten Verbrauch ist jedoch primär die Entwicklung im Straßenverkehr. Die jährliche Fahrleistung der Diesel-Pkw geht zurück – allerdings nicht ganz so stark wie bei den überwiegend privat genutzten Otto-Pkw. Auch der Verbrauch der Dieselfahrzeuge sinkt. Zunehmen wird hingegen die Anzahl der Diesel-Pkw sowie der Bedarf von Nutzfahrzeugen. Denn die Güterverkehrsleistung hat ebenfalls Einfluss auf die Dieselnachfrage. Mit der positiven Wirtschaftsentwicklung steigt der Absatz

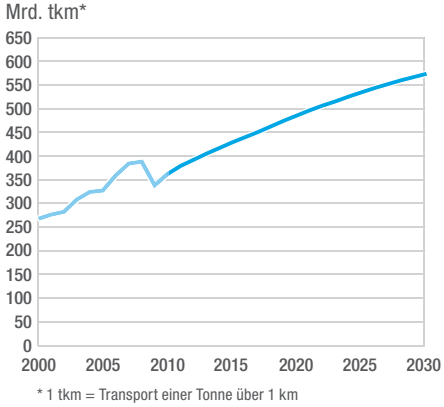
Mineralölverbrauch inkl. biogener Beimischungen



von Konsum- und Produktionsgütern, die transportiert werden müssen. Insgesamt wächst die Güterverkehrsleistung, die auch reine Transitfahrten durch Deutschland berücksichtigt, von 362 Milliarden tkm im Jahr 2010 auf 574 Milliarden tkm am Ende des Prognosezeitraums. Das entspricht einer Steigerung von rund 59 Prozent.

So gleichen sich positive und negative Effekte bei der Nachfrage in etwa aus. Einschließlich der biogenen Beimischungen weist der Dieselverbrauch im Jahr 2030 daher in etwa das gleiche Niveau auf wie 2010. Der Verbrauch von fossilem Dieselkraftstoff geht im selben Zeitraum allerdings um ca. 10 Prozent zurück.

Güterverkehrsleistung



Flugkraftstoff

Nach dem konjunkturell bedingten Einbruch im Jahr 2009 wird der Bedarf an Flugkraftstoffen auf Mineralölbasis mittel- und langfristig leicht wachsen. Steigerungsraten von durchschnittlich 4,5 Prozent wie in den Jahren von 2002 bis 2008 sind jedoch nicht mehr zu erwarten.

Heizöl

Das Mineralölprodukt, das bis 2030 nach den Ottokraftstoffen den stärksten Rückgang zu verzeichnen hat, ist leichtes Heizöl. Zum einen wird es durch andere Energieträger wie Erdgas oder Holzpellets ersetzt, zum anderen kommen auf dem Wärmesektor vermehrt energiesparende Technologien zum Tragen. Dazu zählt neben moderner Brennwerttechnik auch die kombinierte Nutzung von Heizsystemen mit Solar- oder Geothermie sowie der Einsatz kleinerer Blockheizkraftwerke. Weiterhin verringern Wärmedämmungsmaßnahmen den Energieverbrauch.

Diese Sanierungsmaßnahmen spielen auch im Energiekonzept der Bundesregierung eine wichtige Rolle. Hier ist eine Verdopplung der Sanierungsquote auf 2 Prozent pro Jahr vorgesehen. Bis 2020 soll so eine Reduzierung des Bedarfs an Wärmeenergie um 20 Prozent erreicht werden. Ein Ziel, das alle Wärmeenergieträger und damit auch Heizöl betrifft.

Wir teilen die Auffassung der Bundesregierung, dass in diesem Bereich ein hohes Potenzial zur Energieeinsparung vorhanden ist. Fraglich bleibt allerdings, ob sich das ambitionierte Ziel in so kurzer Zeit umsetzen lässt, da die Gebäudeeigentümer nicht zur Wärmedämmung verpflichtet sind. Fördermittel können sicher einen Anreiz schaffen, trotzdem dauert es sehr lange, bis sich die Investitionen durch gesparte Energiekosten wieder amortisieren. Der Erfolg des Sanierungsplans hängt damit im Wesentlichen von der individuellen Situation der Hauseigentümer ab.

Sonstige

Bei schwerem Heizöl und bei Rohbenzin, das hauptsächlich in der chemischen Industrie eingesetzt wird, erwarten wir bis 2030 keine besonderen Veränderungen.

■ BIOGENE KRAFTSTOFFBEIMISCHUNGEN

Am 1. Januar 2007 ist in Deutschland das Biokraftstoffquotengesetz in Kraft getreten, das auf der Richtlinie 2003/30/EG der Europäischen Union basiert. Das Gesetz verpflichtet Unternehmen der Mineralölwirtschaft, einen festen Mindestanteil von Kraftstoffen, die aus erneuerbaren Energien stammen, auf den Markt zu bringen. Dies geschieht, indem entweder eine dem Mindestanteil entsprechende Menge reinen Biokraftstoffs in Verkehr gebracht wird oder indem der Mindestanteil den fossilen Kraftstoffen als biogene Komponente beigemischt wird.

Da die seit 2009 geltende, auf den Energiegehalt bezogene Beimischungsquote von 6,25 Prozent mit der bisher nach DIN-Norm erlaubten Beimischung von bis zu 5 Prozent Bioethanol zu Ottokraftstoffen und bis zu 7 Prozent Biodiesel (FAME) zu Dieselkraftstoff nicht mehr zu erfüllen war, wurde die mögliche Ethanol-Zumischmenge gemäß geänderter DIN-Norm ab 2011 auf bis zu 10 Prozent erhöht.

Ziel der biogenen Kraftstoffbeimischungen ist die Schonung der Erdölreserven sowie die Minderung des CO_2-Ausstoßes.

Fazit

Die Energieversorgung Deutschlands ist eng mit der Frage verknüpft, wie man die gesteckten Klimaschutzziele erreichen kann. Eine mögliche Verkürzung der Laufzeiten deutscher Kernkraftwerke infolge der Erdbeben in Japan wird weitere Fragen dazu aufwerfen. Umso mehr sind wir genau wie die Bundesregierung davon überzeugt, dass neue, zukunftsweisende Technologien der Schlüssel zur Reduzierung des Energieverbrauchs und damit der CO_2-Emissionen sind. Unser Prognosezeitraum von 20 Jahren ist für die Umsetzung der ambitionierten Pläne allerdings relativ kurz – nicht grundlos beziehen sich viele Zielvorgaben des Energiekonzepts der Bundesregierung auf das Jahr 2050. Schließlich müssen in Zukunft viele neue Wege beschritten werden – auch innerhalb der Europäischen Union. Es gilt, eine große Anzahl von Themen parallel zu bearbeiten, ohne dass das Gesamtkonzept aus dem Blickfeld gerät. Dabei sind technische, finanzielle, politische, internationale und auch gesellschaftliche Fragen zu klären. Der Fortschritt muss von der Bevölkerung mitgetragen werden. Dazu sind Aufklärung und Überzeugungsarbeit notwendig. Das alles wird Zeit brauchen.

Dass Deutschland aber auf einem guten Weg ist, belegen die Zahlen dieser Prognose.

Bis 2030 geht der Primärenergieverbrauch in Deutschland aufgrund steigender Energieeffizienz deutlich zurück. Zusammen mit dem vermehrten Einsatz von Energieträgern mit geringem CO_2-Ausstoß wirkt sich das positiv auf die deutsche Klimabilanz aus. Die energiebedingten CO_2-Emissionen sinken bis 2030 um über 40 Prozent.

Mineralöl und Erdgas decken in den nächsten 20 Jahren weiterhin den größten Teil des Energiebedarfs in Deutschland ab. Als sauberster fossiler Energieträger spielt Erdgas auch in der Stromerzeugung eine zentrale Rolle. In Ergänzung dazu gewinnt Biogas an Bedeutung, da es heute schon in bestehenden Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen gemeinsam mit Erdgas genutzt werden kann. Insgesamt tragen die erneuerbaren Energien 2030 mit 20 Prozent zur Stromerzeugung in Deutschland bei.

Auch im Bereich Verkehr sinken die Emissionen. Die Pkw mit Verbrennungsmotoren – also die Autos von heute – verfügen über erhebliche Potenziale zur Effizienzverbesserung. Bei konsequenter Nutzung dieser vielfältigen Potenziale kann im Straßenverkehr wesentlich mehr CO_2 gespart werden, als dies in den nächsten 20 Jahren mit Elektrofahrzeugen möglich ist. Dabei ist es unerheblich, ob 2030 2,6 Millionen elektrisch angetriebene Fahrzeuge auf den deutschen Straßen unterwegs sind oder 6 Millionen wie im Energiekonzept der Bundesregierung angenommen.

Der Ausbau der Elektromobilität wird weiter voranschreiten. Sollen aber die CO_2-Emissionen im individuellen Personenverkehr nicht erst in 30 oder 40 Jahren wirkungsvoll gesenkt werden, stellen die hohen Energieeinsparmöglichkeiten der Pkw mit Verbrennungsmotor eine Chance dar, schon jetzt zu handeln. Denn im Auto von heute steckt hohes Potenzial und damit sehr viel Zukunft.

In der Energieprognose berücksichtigter Stand der europäischen und deutschen Richtlinien zu Klimaschutzzielen sowie zu Laufzeiten deutscher Kernkraftwerke: Februar 2011.

Impressum

Herausgeber:
ExxonMobil Central Europe Holding GmbH

Bereich Öffentlichkeitsarbeit
Caffamacherreihe 5
D-20355 Hamburg
Telefon: +49 (0)40 6393-3131
und +49 (0)40 6393-1402
www.exxonmobil.de

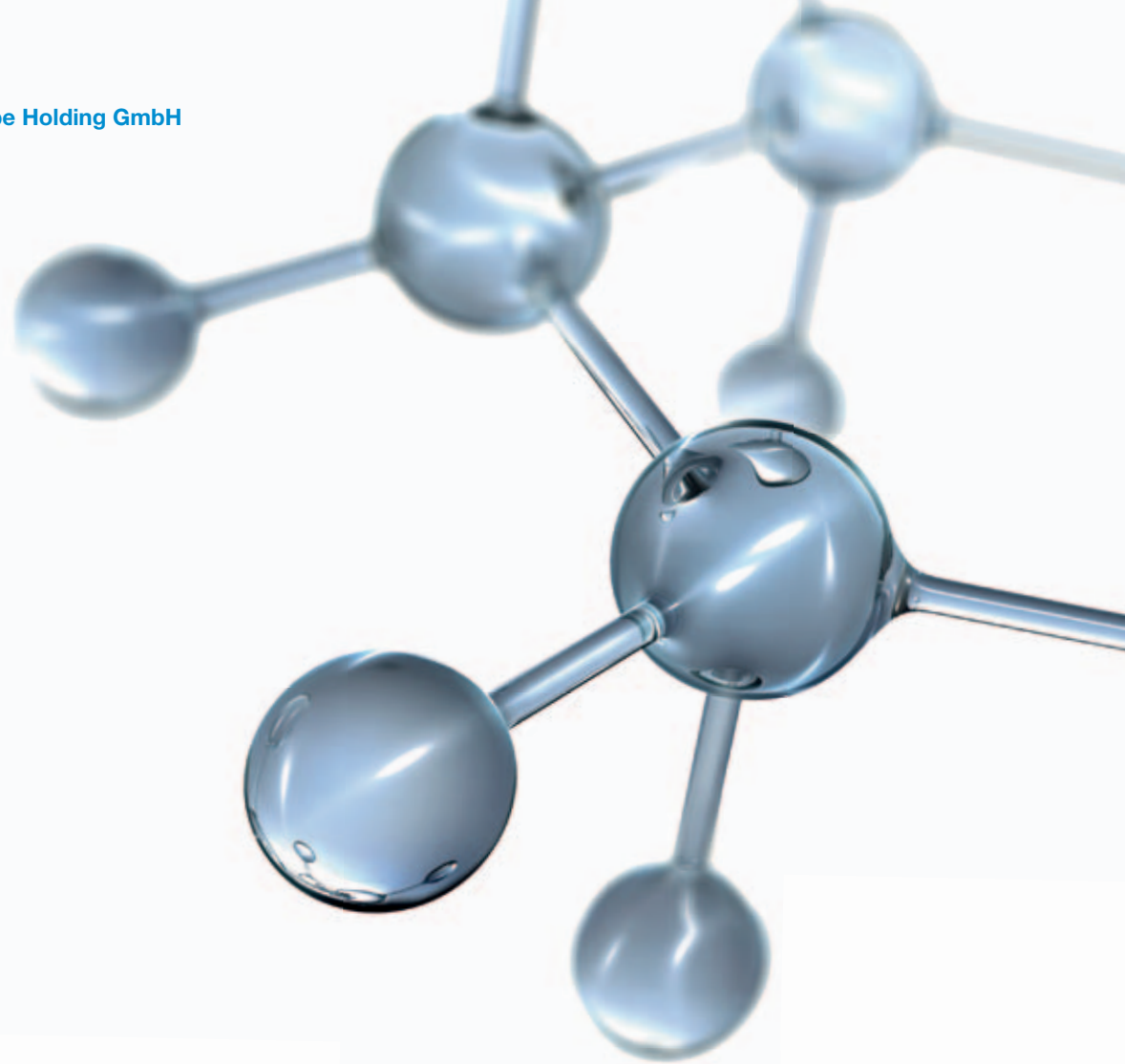
Wiedergabe mit Quellenangabe gestattet

Fotos:
www.emphotos.com, shutterstock, fotolia, NAWARO® BioEnergie AG, REpower Systems AG

Konzept, Design und Text:
Ehrenberg 360° GmbH
Kommunikationsagentur, Hamburg

Druck:
Media Nord Print, Hamburg

ExxonMobil Central Europe Holding GmbH
Caffamacherreihe 5
D-20355 Hamburg
Telefon: +49 (0)40 63 93-0



Esso Mobil ExxonMobil

www.exxonmobil.de