

# Energieprognose 2012 – 2040

## Deutschland

Schwerpunkt:  
Erdgas: Brücken- oder Basisenergie?



Wärme



Strom



Verkehr

**ExxonMobil**

Herausforderung Energie: Packen wir's an.™



Die von der Bundesregierung beschlossene Energiewende stellt Deutschland vor große Herausforderungen. Der neue Energiemix soll im Wesentlichen auf einer Abkehr von der Kernenergie hin zu erneuerbaren Energien basieren. Deren Ausbau ist jedoch nicht uneingeschränkt möglich. Um die geforderten Klimaschutzziele dennoch zu erreichen, kann das Potenzial eines anderen Energieträgers genutzt werden: Erdgas. Schon heute beweist der sauberste der fossilen Energielieferanten seine Flexibilität in verschiedenen Einsatzgebieten, die mehr umfassen als nur die Wärmeerzeugung.

Im September 2010 veröffentlichte die Bundesregierung ihr Konzept für eine sichere, umweltschonende und wirtschaftliche Energieversorgung Deutschlands. Ausgelöst durch den havarierten Kernreaktor in Fukushima wurde im Juni 2011 der vorzeitige Ausstieg aus der Kernenergie beschlossen. War zunächst eine Verlängerung der durchschnittlichen Laufzeiten um 12 Jahre geplant, gehen nun alle deutschen Kernkraftwerke innerhalb der nächsten zehn Jahre sukzessive vom Netz. Die 2010 formulierten, ambitionierten Klimaschutzziele haben weiterhin Bestand, müssen jetzt aber schon ab 2022 ohne die emissionsfrei betriebenen Kernkraftwerke erreicht werden. Wie soll das gehen?

In ihren Szenarien zur Erreichung der Ziele setzt die Bundesregierung auf Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Auch wir halten beides für außerordentlich wichtig. In unserer ergebnisoffenen Prognose, deren Zeitraum wir erstmals bis ins Jahr 2040 erweitert haben, orientieren wir uns jedoch an zu erwartenden Rahmenbedingungen. Deswegen gehen wir zum Beispiel nicht davon aus, dass die Erneuerbaren innerhalb der nächsten 28 Jahre im nötigen Umfang wirtschaftlich genutzt werden können. Ihrem Wachstum sind – zum Teil auch natürliche – Grenzen gesetzt.

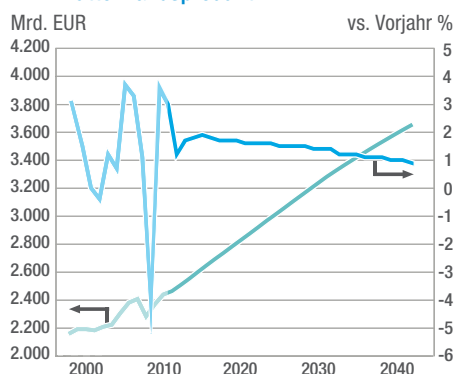
Um den bislang größten Wandel in der deutschen Energieversorgung zu realisieren, werden deshalb alle Energieträger gebraucht. Ihr Mix wird sich ändern, ihre Nutzung muss sich flexibler, umweltfreundlicher und effizienter gestalten. Bei der Stromproduktion könnte dazu die CCS-Technologie beitragen. Wir gehen allerdings nicht davon aus, dass die Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> aus Verbrennungsabgasen bis 2040 auf breiter Basis in Deutschland zum Einsatz kommt. Gefordert sind daher andere intelligente Technologien – zum Beispiel für die dezentrale Erzeugung von Strom und Wärme oder die hybride Nutzung verschiedener Energiequellen. Im zukünftigen Energiesystem kommt Erdgas eine besondere Rolle zu. Ob es das Potenzial hat, sich auch langfristig als zuverlässige Basisenergie zu etablieren, werden wir im Schwerpunktthema dieser Prognose genauer beleuchten.

## Prämissen

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

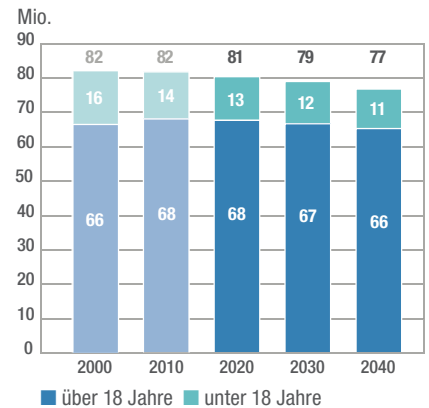
Nach den wirtschaftlich starken Jahren 2010 und 2011 geht die durchschnittliche Steigerungsrate des Bruttoinlandsprodukts (BIP) 2012 wieder zurück und weist am Ende des Prognosezeitraums nur noch ein Wachstum

## Bruttoinlandsprodukt



von rund 1 Prozent pro Jahr auf. Ein Grund dafür ist die Bevölkerungsentwicklung. Bis 2040 nimmt die Einwohnerzahl Deutschlands von ca. 82 Millionen im Jahr 2010 auf rund 77 Millionen Menschen ab. Die Lebenserwartung steigt, der Anteil der Bevölkerung im arbeitsfähigen Alter geht jedoch zurück.

## Bevölkerung



## Primärenergieverbrauch

Der Primärenergieverbrauch (PEV) sinkt von ca. 463 Millionen Tonnen SKE im Jahr 2011 auf rund 356 Millionen am Ende des Prognosezeitraums. Insgesamt geht er damit um fast ein Viertel zurück. Ein Grund dafür ist neben dem bewussteren Umgang mit Energie auch der Einsatz immer effizienterer Technologien. Zudem wirkt sich die mit dem Bevölkerungsrückgang einhergehende langsamere Wachstumsleistung mindernd auf den Verbrauch aus.

Mit einem Anteil von zusammen fast 60 Prozent bleiben Mineralöl und Erdgas auch 2040 die wichtigsten Energieträger. Erdgas ist flexibel einsetzbar und hat einen niedrigen CO<sub>2</sub>-Gehalt. Ab 2030 löst es Mineralöl als Energieträger Nr. 1 ab. Die Kernenergie spielt bereits 2020 kaum noch eine Rolle, ab 2023 ist sie aus dem Energiemix verschwunden. Die Bedeutung der Kohle, 2011 noch zweitgrößter Energieträger, geht zurück. Warum? Der fossile Energieträger emittiert bei der Verbrennung am meisten CO<sub>2</sub>, das aufgrund der noch fehlenden CCS-Nutzung in die Atmosphäre gelangt. 2040 trägt Kohle deswegen mit

## ■ PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH (PEV)

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



45 Millionen Tonnen SKE nur noch 13 Prozent zum Mix bei.

Die erneuerbaren Energien verzeichnen das größte Wachstum: Bis 2040 werden sie gegenüber 2011 um ca. 80 Prozent zunehmen. Ihr Anteil am gesamten PEV erhöht sich auf rund 25 Prozent und zieht damit fast mit Mineralöl gleich.

Biomasse und Biogas werden auch 2040 zusammen noch etwas mehr als zwei Drittel der erneuerbaren Energien ausmachen. Im Gegensatz zu Wind und Sonne stehen beide unabhängig vom Wetter zur Verfügung. Die Frage der Nachhaltigkeit spielt besonders bei der Biogasproduktion eine Rolle. Deshalb fällt der Anstieg bei Biogas moderater aus als bei der anderen Biomasse.

Der Ausbau der Windenergie schreitet deutlich voran, ihr Beitrag verdreifacht sich nahezu. Die Anteile von Photovoltaik und Solarthermie werden sich mehr als verdoppeln, tragen aber bis Ende des Prognosezeitraums insgesamt nur 8 Prozent zum Mix der Erneuerbaren bei. Wasserkraft, Geothermie, Wärmepumpen und sonstige erneuerbare Energien spielen bis 2040 nur eine untergeordnete Rolle.

## Energieeffizienz

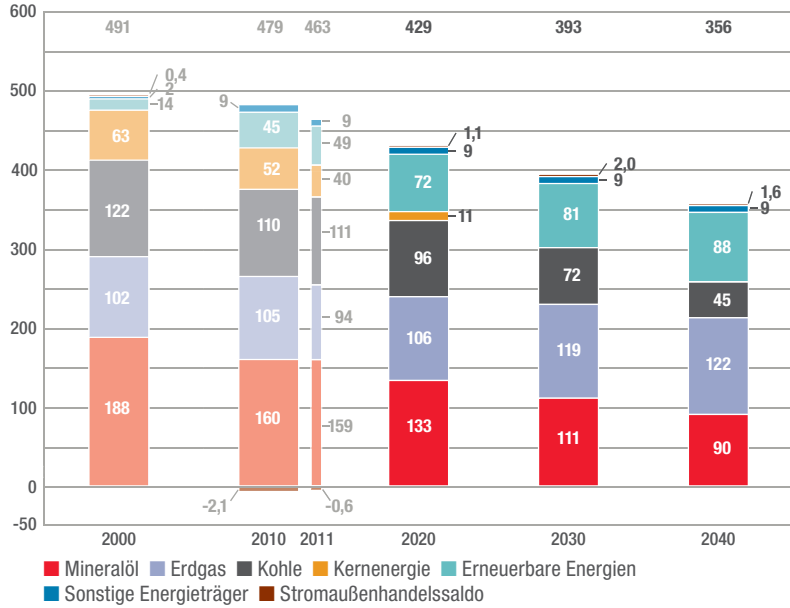
In Deutschland wird Energie schon heute sehr effizient genutzt. Die Energiesparpotenziale sind jedoch längst noch nicht ausgeschöpft. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß, umgelegt auf die Bevölkerungszahl, zeigt das deutlich: Er reduziert sich von 1990 bis 2040 um nahezu 60 Prozent. Wachsendes Energiebewusstsein, eine gezielte Klimapolitik sowie immer energieeffizientere technologische Entwicklungen bewirken diesen Erfolg. Beispiele, wie man die Energieeffizienz fördern kann, sind Emissionsvorgaben für Industrieanlagen und Autos ebenso wie das Formulieren von Effizienzzielen für Gebäude, Haushaltsgeräte oder Unterhaltungselektronik.

### ENERGIEEFFIZIENZ

Ziel der Energieeffizienz ist es, einen angestrebten Nutzen (eine Energiedienstleistung) 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.

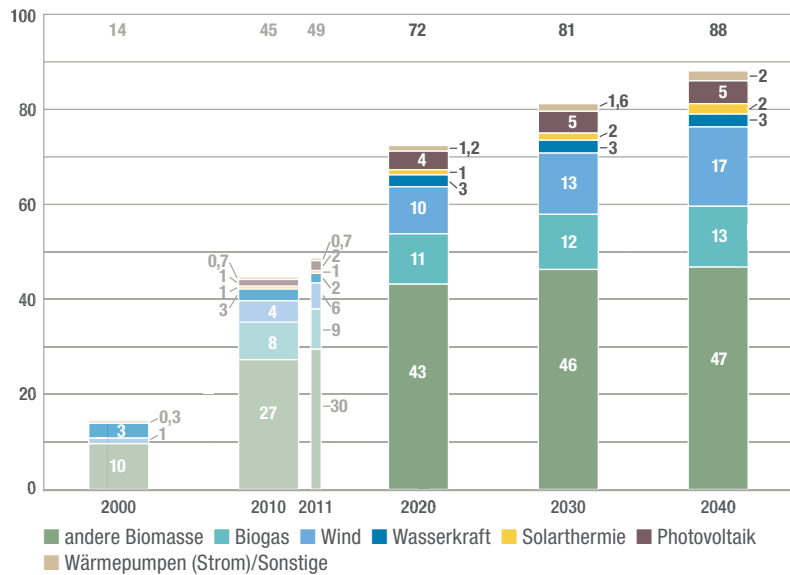
## PEV gesamt

Mio. t SKE



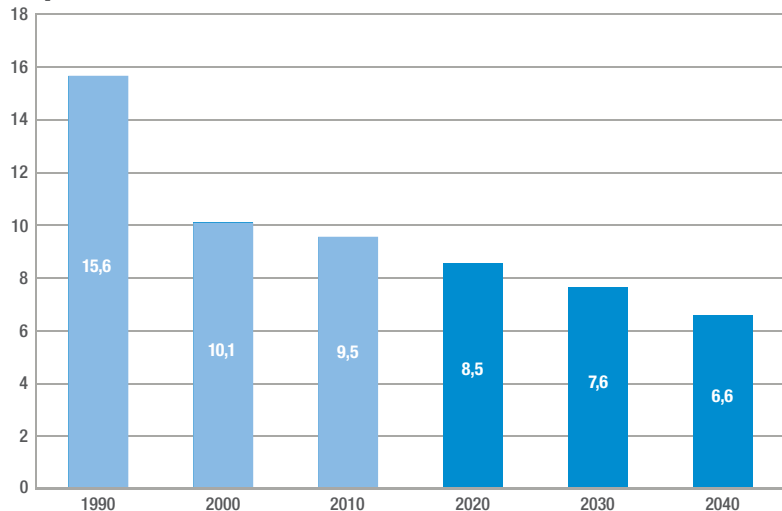
## PEV Erneuerbare Energien

Mio. t SKE



## Energieeffizienz – CO<sub>2</sub>-Emission/Kopf in Deutschland

t CO<sub>2</sub>/Kopf



## Verbrauchssektor Strom

Die Stromerzeugung ist mit einem Anteil von aktuell 39 Prozent der größte Verbrauchssektor des PEVs. Infolge der positiven Wirtschaftsentwicklung wird der Strombedarf bis etwa 2035 noch weiter steigen. Danach wirkt sich die demografische Entwicklung leicht dämpfend aus. Durch den Wegfall der Kernenergie ändert sich der Energiemix zur Stromerzeugung erheblich.

Die Nachfrage nach Strom wird bis 2040 um mehr als 10 Prozent steigen, trotzdem geht der Energieeinsatz zur Stromerzeugung um ca. 27 Prozent zurück. Zu dieser Effizienzverbesserung tragen nicht nur moderne Kraftwerkstechnologien bei, sondern auch der geänderte Erzeugungsmix. Während 2011 Strom noch zu mehr als zwei Dritteln aus Kohle und Kernenergie erzeugt wurde, ändert sich das Bild bis 2040 gravierend: Die Kernenergie ist verschwunden, und auf Kohle entfallen nur noch rund 22 Prozent. Ersetzt werden beide durch Energieträger mit niedrigen CO<sub>2</sub>-Emissionen und höherem Wirkungsgrad: Erdgas und erneuerbare Energien.

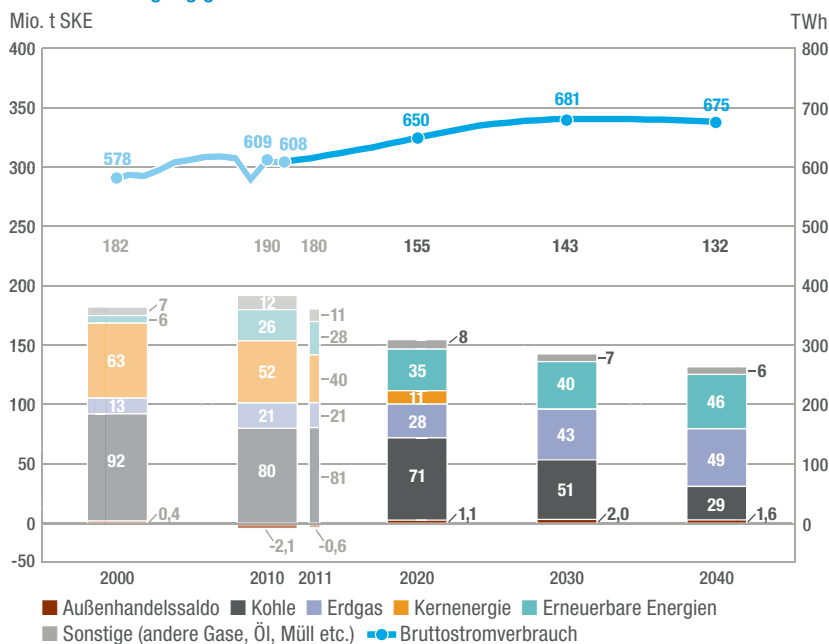
Der Beitrag der Erneuerbaren zur Stromerzeugung wächst bis zum Ende des Prognosezeitraums um nahezu zwei Drittel an. Mit ca. 37 Prozent entfällt dann der höchste Anteil auf die Windkraft. 2040 sind die erneuerbaren Energien mit 46 Millionen Tonnen SKE nach Erdgas der größte Energieträger im Stromsektor.

Mit dem Wechsel der Energieträger allein ist die Umstrukturierung des Energiemixes zur Stromerzeugung jedoch nicht zu bewältigen. Dringend notwendig ist sowohl der Ausbau der Erzeugungskapazitäten als auch der Stromübertragungsnetze. Spezielle Speichertechnologien müssen entwickelt werden, um die wetterabhängige Stromproduktion aus Wind und Photovoltaik zu stabilisieren.

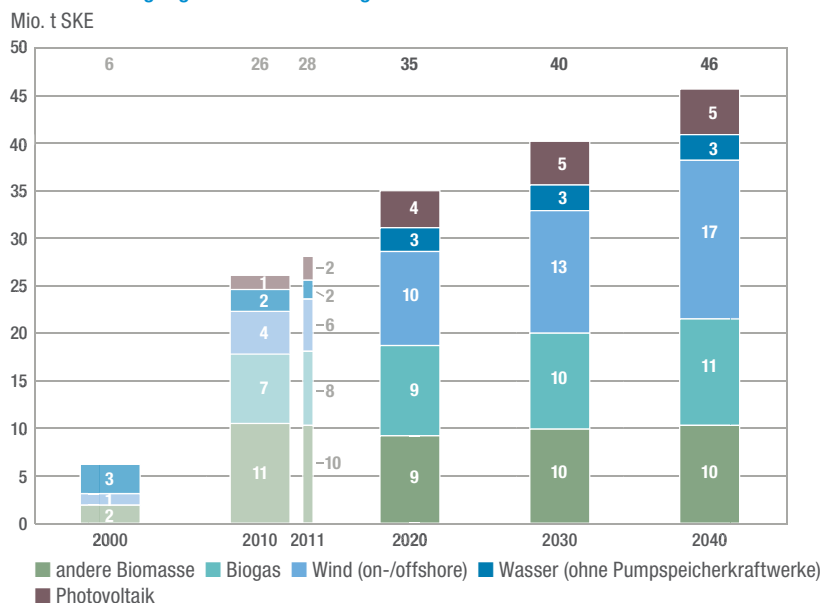
## CO<sub>2</sub>-Emissionen

Insgesamt gehen die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1990 bis 2040 um fast 50 Prozent zurück. Das ist in Anbetracht des Verzichts auf CO<sub>2</sub>-freie Kernenergie ein großer Erfolg. Trotzdem wird das Ziel der Bundesregierung (-70 Prozent CO<sub>2</sub> bis 2040) nicht erreicht. Um die verschiedenen Gründe dafür zu veranschaulichen, zeigen wir den Mengen- und den Mixeffekt separat auf. Es wird deutlich, dass der zurückgehende Energiebedarf (CO<sub>2</sub>-Mengeneffekt) die Emissionen positiver beeinflusst als die Veränderungen im Energiemix (CO<sub>2</sub>-Mixeffekt), da die Kernenergie teilweise durch fossile Energieträger ersetzt werden muss. Auch bei einem steigenden Anteil von Erdgas, das von allen fossilen Energieträgern die niedrigsten Emissionen aufweist, verläuft die CO<sub>2</sub>-Reduzierung hin zu einem saubereren Energiemix langsamer als ursprünglich geplant.

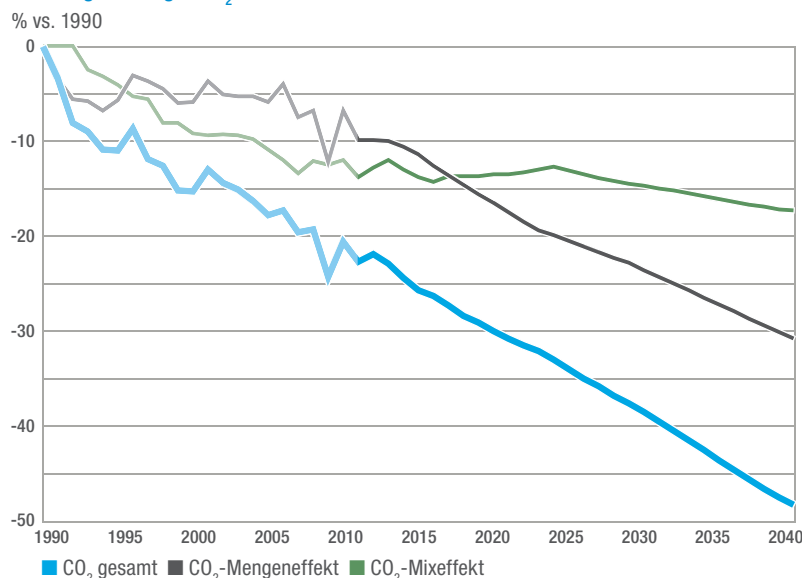
### Stromerzeugung gesamt



### Stromerzeugung Erneuerbare Energien



### Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen



# Erdgas: Brücken- oder Basisenergie?

Schon heute ist Erdgas aus unserem Leben nicht mehr wegzudenken. Täglich nutzen Millionen Menschen in Deutschland den flexiblen Energieträger zum Heizen, Kochen und Autofahren. Auch in der Stromerzeugung spielt Erdgas sein Leistungspotenzial aus. Tendenz: stark steigend.

Erdgas ist der Energieträger, der entscheidend zum Erfolg der Energiewende in Deutschland beitragen wird. Bislang wurde sein hohes Potenzial bei weitem noch nicht ausgenutzt. Das wird sich in Zukunft ändern. Als der klimaschonendste der fossilen Energieträger spielt Erdgas für die Erreichung der deutschen Klimaschutzziele eine entscheidende Rolle. Es ist noch für sehr lange Zeit ausreichend verfügbar und kann flexibel eingesetzt werden. Das macht Erdgas auch zum optimalen Partner für die erneuerbaren Energien. Zudem hat es die gleichen chemischen Eigenschaften wie Biogas, so dass eine gemeinsame Nutzung auf vielen Gebieten möglich ist.

## ■ ERDGAS

Erdgas ist ein brennbares Naturgas, das hauptsächlich aus Methan besteht. Es ist farblos, geruchlos und ungiftig. Bei seiner Verbrennung erzeugt es deutlich weniger Kohlen- und Schwefeldioxid als Kohle oder Mineralöl; Ruß und Staub entstehen praktisch überhaupt nicht. Erdgas tritt häufig zusammen mit Erdöl in unterirdischen Lagerstätten auf.

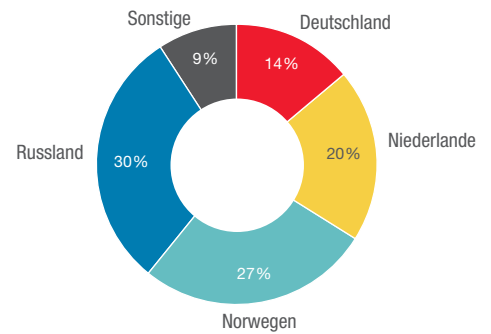
## Erdgasversorgung

Der Anteil von Erdgas am Primärenergieverbrauch beträgt heute schon ca. 20 Prozent. Bis 2040 wird er auf rund 34 Prozent anwachsen. Erdgas ist dann der größte Energieträger im deutschen Energiemix. Der wachsenden Nachfrage kann es problemlos gerecht werden: Erdgas ist weit über den Prognosezeitraum hinaus ausreichend verfügbar. Die Versorgung Deutschlands ist langfristig gesichert.

Deutschland bezieht Erdgas aus verschiedenen Quellen und auf unterschiedlichen Wegen. Im Jahr 2011 wurde mit zusammen rund 47 Prozent die größte Menge aus Norwegen und den Niederlanden importiert. Russland als größter Lieferant trug ca. 30 Prozent zur Versorgung bei. Hinzu kam das Erdgas aus heimischer Förderung in Höhe von ca. 14 Prozent. Die globalen Erdgasressourcen, auf die auch Deutschland Zugriff hat, reichen beim aktuellen weltweiten Verbrauch noch bis zu 250 Jahre. Dabei flacht das konventionell förderbare Erdgasvolumen

zwar ab, aber mit fortschrittlichen Technologien lassen sich noch sehr große weitere Vorkommen erschließen.

## Erdgasversorgung Deutschland 2011



Für die Importe gilt: Die Transportwege, auf denen Erdgas nach Deutschland gelangt, werden immer vielfältiger. Die Kapazitäten der leitungsgelinkten Pipelineversorgung nehmen zu. Zusätzlich gelangt Erdgas in verflüssigter Form (LNG = Liquefied Natural Gas) auf dem Seeweg nach Europa. Diese stark zunehmende, pipelineunabhängige Transportmöglichkeit per Schiff macht die Erdgasversorgung Deutschlands noch flexibler.

Zur sicheren Deckung des Bedarfs tragen auch die heimischen Erdgasspeicher bei. Deutschland verfügt heute schon über die größten Erdgas-Speicherkapazitäten Europas. Aktuell kann etwa ein Viertel unseres jährlichen Gasverbrauchs aus den vorhandenen Speichervolumen gedeckt werden. Der Ausbau der Speicher setzt sich fort: In den nächsten Jahren wird sich ihre Kapazität weiter erhöhen.

## Pipeline-/LNG-Importe



→ LNG-Import → Pipelines

# Erdgas: Brücken- oder Basisenergie?

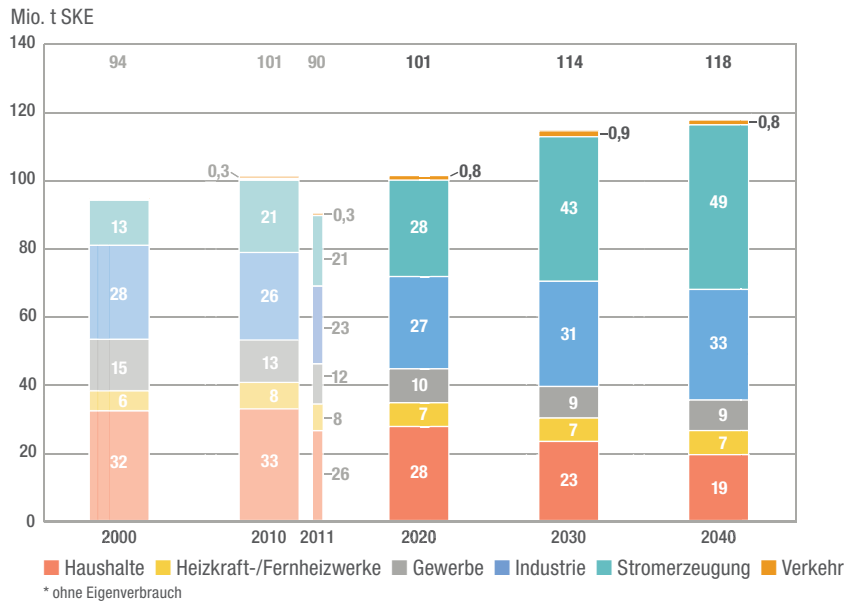
## Verbrauchssektoren

Die Energiewelt wird vielfältiger. Das betrifft nicht nur die Zahl der Energieträger, sondern auch deren Anwendung sowie die Versorgungsstrukturen. Rahmenbedingungen, für die Erdgas optimal geeignet ist.

Traditionell wird Erdgas in Deutschland hauptsächlich als Wärmelieferant wahrgenommen. Es wird aber auch in der Stromerzeugung und als Kraftstoff im Verkehrssektor eingesetzt. Zudem dient es im Industriebereich als Grundstoff für chemische Prozesse. Dieses Verbrauchssegment haben wir bei der grafischen Darstellung des Industriesektors berücksichtigt.

Dezentralisierung und Hybridisierung (die gemeinsame Nutzung von unterschiedlichen Systemen) sind Entwicklungen, die insbesondere bei der gekoppelten Strom- und Wärme-erzeugung zunehmend an Bedeutung gewinnen und eine noch umfassendere Nutzung von Erdgas im industriellen und gewerblichen, aber auch im privaten Bereich ermöglichen.

## Erdgasverbrauch nach Sektoren\*



Wärme



Strom



Verkehr

## Wärme

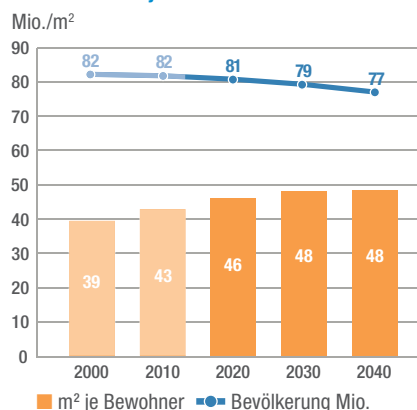
Aus Erdgas werden sowohl Raumwärme und Warmwasser als auch Prozesswärme für den industriellen Einsatz erzeugt. Heute entfallen auf den Verbrauchssektor Wärme etwa drei Viertel des gesamten Erdgasbedarfs.

Im Prognosezeitraum entwickeln sich Raum- und Prozesswärmebedarf unterschiedlich. Während der Bedarf an Prozesswärme infolge des Wirtschaftswachstums noch weiter ansteigt, geht der Raumwärmebedarf insbesondere bei privaten Haushalten zurück. Gründe für den sinkenden Bedarf sind der verstärkte Einsatz moderner Heizungstechnologien sowie eine bessere Wärmedämmung.

Wie groß die Energieeffizienzsteigerung in diesem Bereich ist, wird noch deutlicher, wenn man sich die demografische Entwicklung und das Verbraucherverhalten genauer ansieht. Obwohl die Bevölkerungszahl abnimmt, steigen Wohnungsbestand und Größe der Wohnungen weiter an. Trotzdem geht der Bedarf an Heizenergie in diesem Bereich bis 2040 um mehr als 10 Prozent zurück.

Das Effizienzziel der Bundesregierung liegt allerdings noch deutlich höher. Bereits bis 2020 soll eine Reduzierung des Bedarfs an Wärmeenergie um 20 Prozent erreicht werden. Dazu ist eine Verdopplung der energetischen Sanierungsrate von 1 auf 2 Prozent pro Jahr vorgesehen. Diese Erhöhung erscheint unter

## Wohnfläche je Einwohner



den aktuellen Rahmenbedingungen jedoch nicht realistisch. Es gibt zwar umfangreiche Förderprogramme, aber Gebäudeeigentümer sind nicht zur Wärmedämmung verpflichtet und werden individuell entscheiden, ob sich die Investition lohnt.

Wie in den anderen Sektoren ändert sich auch bei der Beheizung privater Haushalte der Energiemix erheblich. Heute entfallen mit zusammen ca. 42 Millionen Tonnen SKE rund zwei Drittel des Heizenergieeinsatzes auf Öl und Gas. Nimmt man noch die Fernwärme hinzu, die aus Erdgas erzeugt wird, erhöht sich ihr gemeinsamer Anteil auf mehr als 70 Prozent.

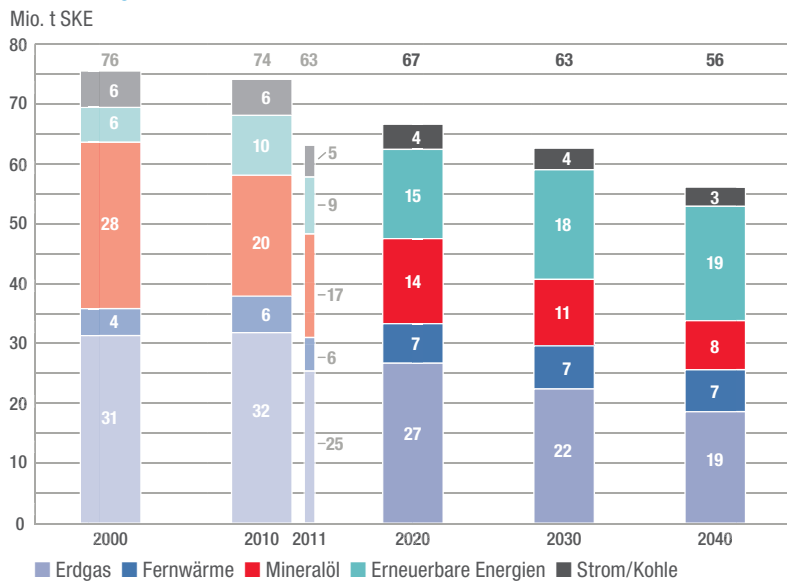
Auch 2040 leisten Öl und Gas noch den größten Beitrag zur Wärmeerzeugung, einschließlich der Fernwärme geht ihr Anteil aber auf knapp 55 Prozent zurück. Dagegen wachsen die erneuerbaren Energien von heute ca. 9 Millionen Tonnen SKE auf rund 19 Millionen Tonnen SKE im Jahr 2040 an und ziehen dann mit Erdgas als Heizenergie gleich.



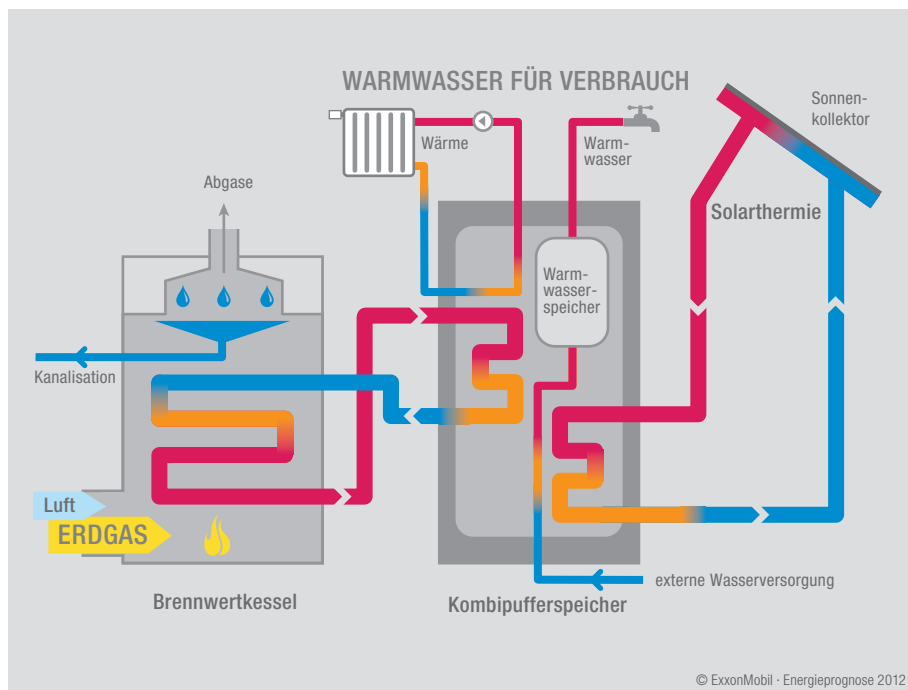
Mit der Energiemixänderung gehen erhebliche technische und strukturelle Veränderungen einher. Ältere Öl- und Gasheizungen werden abgelöst durch moderne Brennwertkessel, die Energieeinsparungen von bis zu 30 Prozent ermöglichen. Zudem nimmt die dezentrale Wärmeversorgung weiter zu: Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen), Blockheizkraftwerke (BHKW) und Mini-Blockheizkraftwerke (Mini-BHKW), die am Ort des Wärmeverbrauchs betrieben werden, treten an die Stelle großer, zentraler Heizkraftwerke. Letztere weisen nur einen Wirkungsgrad von ca. 35 Prozent auf. In dezentralen KWK-Anlagen („Nahwärme-Anlagen“), die neben Wärme auch Strom produzieren, kann die eingesetzte Primärenergie bis zu 90 Prozent genutzt werden. Da KWK-Anlagen allerdings vorrangig der Wärmeerzeugung dienen, kommen sie bei milden Temperaturen weniger zum Einsatz und tragen dann in geringerem Maß zur Stromerzeugung bei.

Ein weiterer Trend ist die Hybridisierung von Heizsystemen. Dabei wird die Heizung aus verschiedenen Wärmequellen gespeist. Ein Beispiel dafür sind Erdgas-Brennwertheizungen, die mit Solarthermie-Systemen kombiniert werden. Erdgas- oder auch Heizöl-Brennwertheizungen sind besonders effizient, da sie die Abgaswärme dem Heizkreislauf wieder zuführen. Die Sonnenenergie wird zur Warmwasserbereitung genutzt. Die Kombination von Brennwert und Solar ermöglicht im Vergleich zu älteren Heizsystemen CO<sub>2</sub>-Einsparungen von bis zu 55 Prozent.

### Beheizungsstruktur der Haushalte



### Funktionsweise und Aufbau eines Erdgas-Brennwertkessels in Kombination mit Solarthermie



#### ■ BRENNWERTKESSEL IN KOMBINATION MIT SOLARTHERMIE

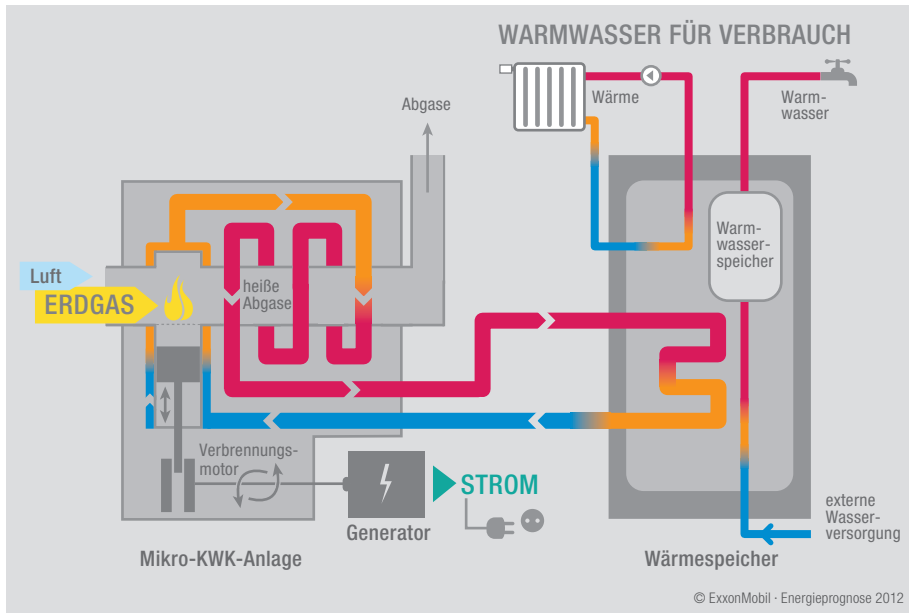
Brennwertheizsysteme sind besonders effizient, da sie auch den in den Abgasen enthaltenen Wasserdampf nutzen, der bei der Verbrennung entsteht und normalerweise über den Schornstein entweicht. Der Wasserdampf wird im Kessel heruntergekühlt, so dass er kondensiert. Die dabei frei werdende Energie wird dem Heizkreislauf zugeführt. Bei der Kombination mit Solarthermie wird das Wasser im Kombipufferspeicher auch durch den geschlossenen Heizkreislauf der Solaranlage erwärmt. Mit Hilfe moderner Steuerungstechnik schaltet sich der Kessel nur zu, wenn die Sonnenenergie für die erforderliche Heizleistung nicht ausreicht.

# Erdgas: Brücken- oder Basisenergie?

Zudem kommt Erdgas in Mikro-KWK-Geräten zum Einsatz. Die kleinen Kraftwerke für Privathaushalte besitzen in etwa die Größe einer Waschmaschine und können als Strom erzeugende Heizung auch etwa 40 Prozent des Strombedarfs einer vierköpfigen Familie

decken. Auch mit Erdgas betriebene Brennstoffzellen-Heizgeräte nutzen die Vorteile moderner KWK-Technologien. Dabei wird Erdgas hier nicht als Brennstoff eingesetzt, sondern elektrochemisch in Energie umgewandelt.

## Funktionsweise und Aufbau einer erdgasbetriebenen Mikro-KWK-Anlage



### ERDGASBETRIEBENE MIKRO-KWK-ANLAGE

Anlagen, die mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) arbeiten, erzeugen neben Wärme auch Strom. Deswegen besitzen sie einen sehr hohen Wirkungsgrad. Eine für Privathaushalte ausgelegte, erdgasbetriebene Mikro-KWK-Anlage besteht aus einem Verbrennungsmotor, der einen Stromgenerator antreibt. Gleichzeitig wird Wasser erwärmt: zunächst, indem es um den heißen Motor herumgeführt wird, danach durch die Verbrennungsabgase. Von der Mikro-KWK-Anlage führt der Heizkreislauf in den Speicher, wo die Wärme für die Beheizung und die Warmwasserbereitung genutzt wird.

## Strom

Als sauberster fossiler Energieträger spielt Erdgas bei der Stromerzeugung eine immer wichtiger werdende Rolle. Sein Anteil an der deutschen Stromproduktion wächst von rund 21 Millionen Tonnen SKE im Jahr 2011 auf ca. 49 Millionen Tonnen SKE im Jahr 2040 an. Das entspricht einem enormen Zuwachs: Er beträgt über 130 Prozent.

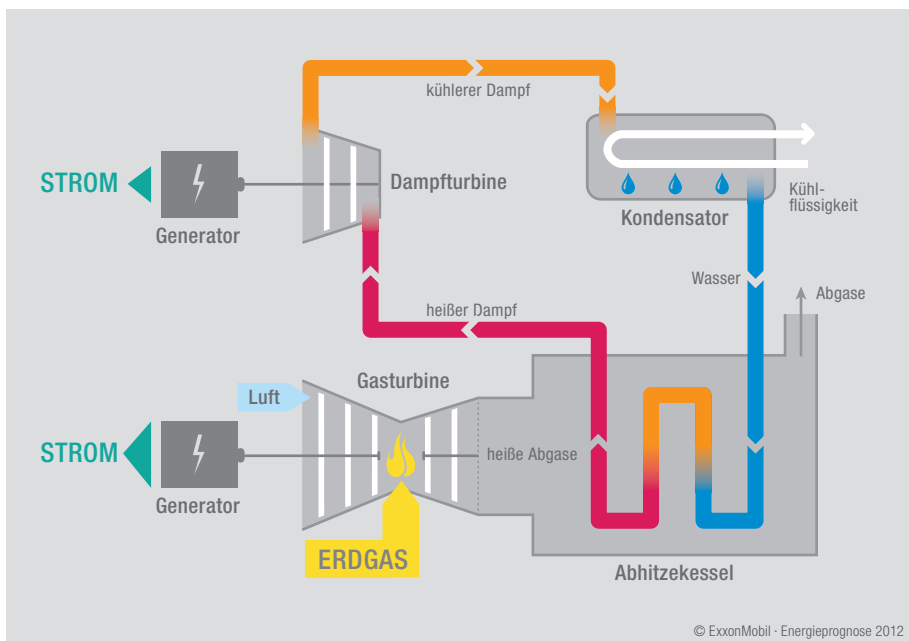
Bei der Verbrennung von Erdgas fallen rund 55 Prozent weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen an als bei Kohle. Nach dem Beschluss zum Ausstieg aus der emissionsfreien Kernenergie bietet sich also mit Erdgas eine klimaschonende Alternative.

Außerdem sind moderne, mit Erdgas in Hybrid-Technologie betriebene Gas- und



Gas- und Dampfkraftwerk

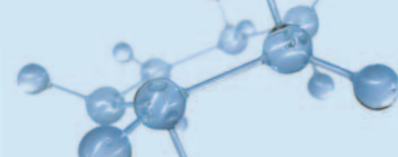
## Funktionsweise und Aufbau eines Gas- und Dampfkraftwerkes (GuD)



### GAS- UND DAMPKRAFTWERK (GuD)

Gas- und Dampfkraftwerke verbinden bei der Stromerzeugung verfahrenstechnisch eine Gasturbine und eine Dampfturbine. Die heißen Abgase der mit Erdgas betriebenen Turbine werden dabei als Wärmequelle für einen Wasserdampfkreislauf genutzt. Die nachgeschaltete Dampfturbine produziert zusätzlich noch einmal ca. die Hälfte der per Gasturbine erzeugten elektrischen Leistung. Daher liegt der Wirkungsgrad von Gas- und Dampfkraftwerken mit ca. 60 Prozent deutlich höher als bei herkömmlichen Gaskraftwerken. Die bei der Kondensation frei werdende Wärme kann auch für die Fernwärmeversorgung genutzt werden.





Dampfkraftwerke (GuD) optimale Partner für die erneuerbaren Energien: Sie sind flexibel einsetzbar und können Schwankungen durch fehlende Wind- und Sonnenenergie kurzfristig ausgleichen. Gerade im Winter, der Jahreszeit mit dem größten Strombedarf, steht am wenigsten Energie aus Wind und Sonne bereit. Auch die Verfügbarkeit von Importstrom ist dann limitiert, da unsere Nachbarländer ebenfalls einen hohen Strombedarf haben. Erdgaskraftwerke sorgen bei fluktuierender Einspeisung aus erneuerbaren Energien schnell für Stabilität im Stromnetz und gewährleisten damit die Versorgungssicherheit. Ein Zubau von Gas- und Dampfkraftwerken lässt sich zügig umsetzen, die Technologie ist vorhanden, die Bauzeit beträgt nur etwa 2 bis 3 Jahre.

Auch die Erdgasinfrastruktur ist äußerst flexibel: Sie bietet viele Möglichkeiten zur gemeinsamen Nutzung verschiedener Energiequellen. Ein Beispiel dafür ist die Biogaseinspeisung.

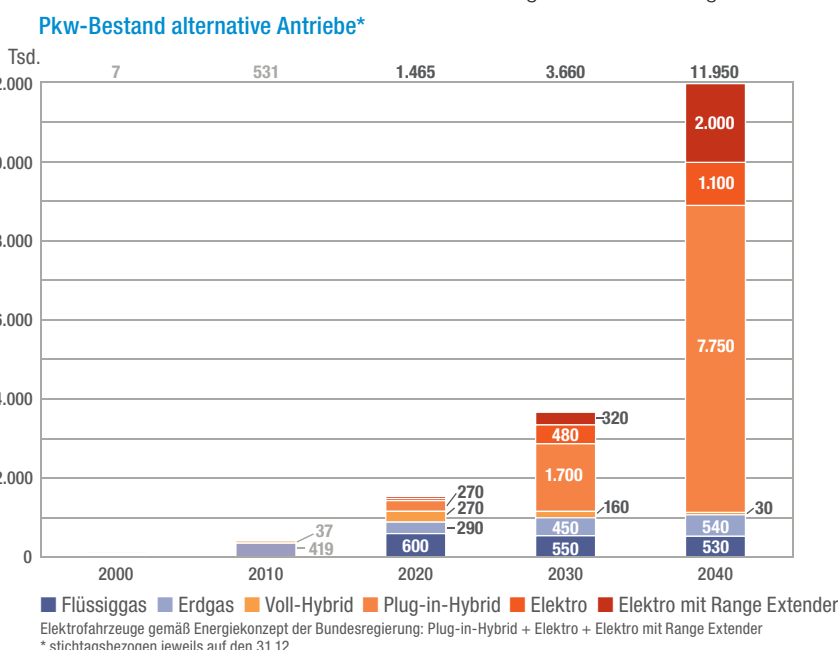
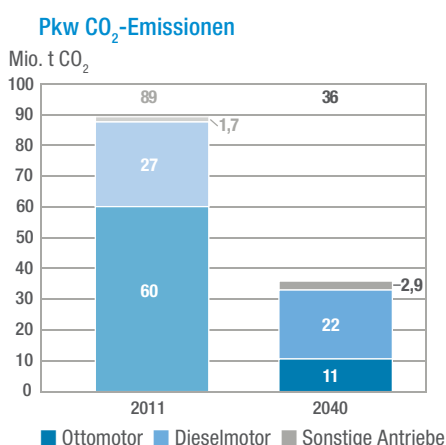
Der regenerative Energieträger Biogas verzeichnet beim Primärenergieverbrauch bis 2040 ein leichtes Wachstum. Die Anforderungen zur Nachhaltigkeit werden durch die Nutzung von Bioenergiepflanzen der zweiten und dritten Generation immer besser gelöst. Das gut ausgebauten Erdgasnetz sorgt für einen schnellen Transport des Biogases zum Verbraucher. Das ist allerdings mit Kosten verbunden, denn vor der Einspeisung muss das Biogas auf 20 bar verdichtet werden. Der elektrische Wirkungsgrad von Biogasanlagen liegt bei etwas mehr als 40 Prozent und ist damit vergleichbar mit Kohlekraftwerken. Deshalb verlangt das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) für neue Biogasanlagen die Kraft-Wärme-Kopplung, was den Wirkungsgrad auf über 90 Prozent erhöht. Diese Anlagen ermöglichen auch die Einspeisung in ein geschlossenes Biogasnetz. Dann ist zwar keine Verdichtung mehr notwendig, dafür muss aber in den Aufbau einer Netzinfrastruktur investiert werden.

Auch für die Power-to-Gas-Technologie ist die Erdgasinfrastruktur sehr gut geeignet. Dabei wird das Erdgasnetz genutzt, um überschüssigen Strom aus Wind- und Photovoltaikanlagen zu speichern. Beim Power-to-Gas-Verfahren wird Wasser mit Strom per Elektrolyse in Sauerstoff und Wasserstoff gespalten. Danach wird der Wasserstoff mit Hilfe von CO<sub>2</sub> in Methan umgewandelt. Bei der Methanisierung entsteht „synthetisches Erdgas“, das wie natürliches Erdgas in das Leitungsnetz eingespeist werden kann – zum Beispiel zur Wärme- oder Stromerzeugung. Der Umwandlungsverlust ist zwar hoch, das Verfahren aber CO<sub>2</sub>-neutral und eine gute Möglichkeit, überschüssige Mengen wetterabhängig erzeugten Stroms zu nutzen, die sonst verloren wären.

## Verkehr

Gasbetriebene Fahrzeuge können einen Beitrag zur Umsetzung der Emissionsziele im Verkehr leisten, denn Erdgas und Flüssiggas verbrennen umweltschonender als Benzin oder Diesel. Besonders die Erdgasnutzung bietet noch weitere Vorteile: Erdgasfahrzeuge sind im Vergleich zu Pkw, die mit flüssigen Kraftstoffen betrieben werden, sparsamer im Verbrauch und flexibler, da sie problemlos mit Biogas fahren können.

Insgesamt umfasst der Pkw-Bestand am Ende des Prognosezeitraums rund 43 Millionen Fahrzeuge. Dabei steigt der Anteil der Pkw mit alternativen Antriebstechnologien von heute nur 600.000 auf rund 12 Millionen im Jahr 2040 an. Sie erreichen dann gemeinsam etwa den gleichen Anteil wie Otto-Pkw. Mit neuen Antriebstechnologien verschiedener Art wird versucht, die besten Wege zum klimaschonenden Pkw zu finden. Wie sich die Anstrengungen der Hersteller, den Kraftstoffverbrauch aller Pkw zu senken und damit den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu verringern, auswirken, zeigt



ein Vergleich der Jahre 2010 und 2040: Obwohl die Zahl der Pkw leicht ansteigt, gehen die Emissionen um rund 60 Prozent zurück.

Die alternativen Antriebsarten werden im Prognosezeitraum immer vielfältiger. Während 2011 noch die Flüssiggasfahrzeuge dominieren, gibt es ab 2030 eine bunte Mischung von Flüssiggas-, Erdgas-, Hybrid- und Elektroautos. Es zeichnet sich aber bereits ab, dass die Plug-in-Hybride sich langfristig durchsetzen werden, da sich mit ihnen die geforderten CO<sub>2</sub>-Grenzwerte am besten erreichen lassen. Zudem sind sie im Gegensatz zu Elektroautos weniger abhängig von neu zu schaffenden Infrastrukturen, weil sie zur Not auch mit konventionellen Kraftstoffen fahren können. Auch wenn die Zahl der Erdgas-Pkw im Prognosezeitraum leicht ansteigt, wird die Erdgasnutzung im Pkw-Bereich im Vergleich zu Plug-in-Hybriden nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Die Zahl der mit Erdgas angetriebenen Lkw und Busse ist aktuell sehr gering. Es gibt aber bereits Ansätze, verflüssigtes Erdgas (LNG) für den Nutzfahrzeugbereich einsetzbar zu machen. Dies könnte die Bedeutung von Erdgas im Straßenverkehr deutlich erhöhen, noch fehlen jedoch die Grundlagen für eine fundierte Schätzung des dafür nötigen Kraftstoffvolumens.

Für die Schifffahrt ist LNG als Kraftstoff ebenfalls in der Entwicklung, denn auch hier werden höhere Energieeffizienz und eine Reduktion der Emissionen zunehmend gefordert. Eine Volumenschätzung des benötigten LNG-Bedarfs in diesem stark international geprägten Bereich haben wir in unserer Prognose für Deutschland nicht abgebildet. Die Einbeziehung der Schifffahrt ist jedoch wichtig, um das Bild der Einsatzsektoren von Erdgas zu vervollständigen.

# Mineralöl

Mineralöl gibt seine Rolle als wichtigster Energieträger bis 2040 an Erdgas ab, bleibt aber mit 25 Prozent eine der tragenden Säulen im Energiemix. Insgesamt geht der Bedarf an Mineralöl um fast ein Viertel zurück. Der Produktmix ändert sich erheblich.

## Otto- und Dieselkraftstoffe

Der Pkw-Bestand in Deutschland wächst noch bis 2030 und geht dann infolge der abnehmenden Bevölkerungszahl auf rund 43 Millionen Fahrzeuge zurück. Innerhalb des Prognosezeitraums reduziert sich dabei der Bedarf an fossilen Ottokraftstoffen um nahezu 80 Prozent. Das liegt nicht nur am sinkenden Verbrauch der Fahrzeuge, auch die jährlichen Fahrleistungen und besonders die Zahl der mit Ottokraftstoff betriebenen Pkw verringern sich. Diese sinkt von ca. 30 Millionen im Jahr 2011 auf rund 12 Millionen im Jahr 2040. Der Dieselbedarf geht mit 13 Prozent vergleichsweise nur leicht zurück, was nicht zuletzt auf die steigende Straßengüterverkehrsleistung im Fernverkehr zurückzuführen ist. Zudem erhöht sich der Anteil der Dieselfahrzeuge, da diese durch ihren geringeren spezifischen Verbrauch die vorgeschriebenen CO<sub>2</sub>-Grenzwerte schneller erreichen. Aus dem gleichen Grund steigt auch der Anteil der Pkw mit alternativen Antriebstechnologien.

## Flugkraftstoff

Bei den Flugkraftstoffen macht sich die positive Wirtschaftsentwicklung bemerkbar, Frachtaufkommen und Passagierzahlen nehmen zu. Aber auch in diesem Bereich verbessert sich die Energieeffizienz, so dass der Verbrauch zum Ende des Prognosezeitraums sinkt.

## Heizöl

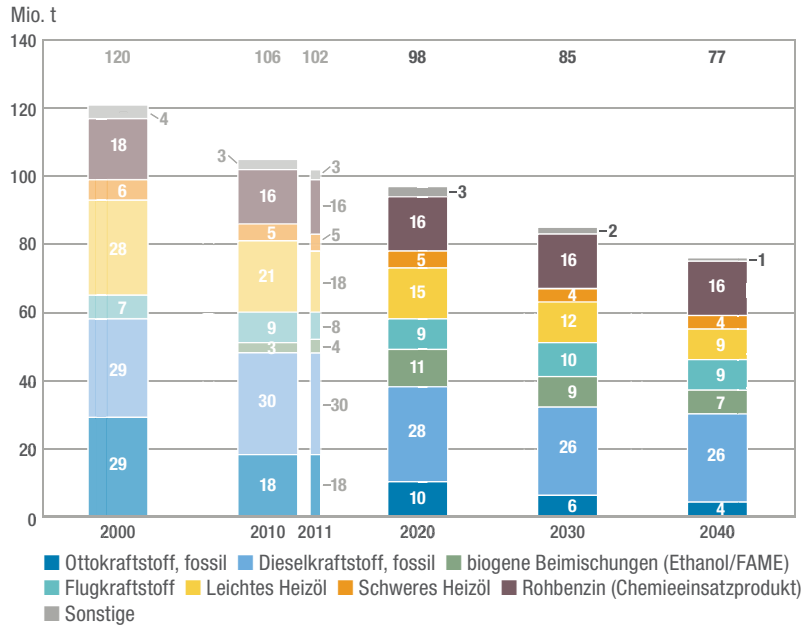
Der Bedarf an leichtem Heizöl halbiert sich bis 2040. Neben dem Ersatz durch andere Energieträger sowie einer zunehmenden Beimischung von Biodiesel sind dafür auch die vermehrte Nutzung energiesparender Technologien sowie die fortschreitende energetische Gebäudesanierung ausschlaggebend.

## Rohbenzin und Sonstige

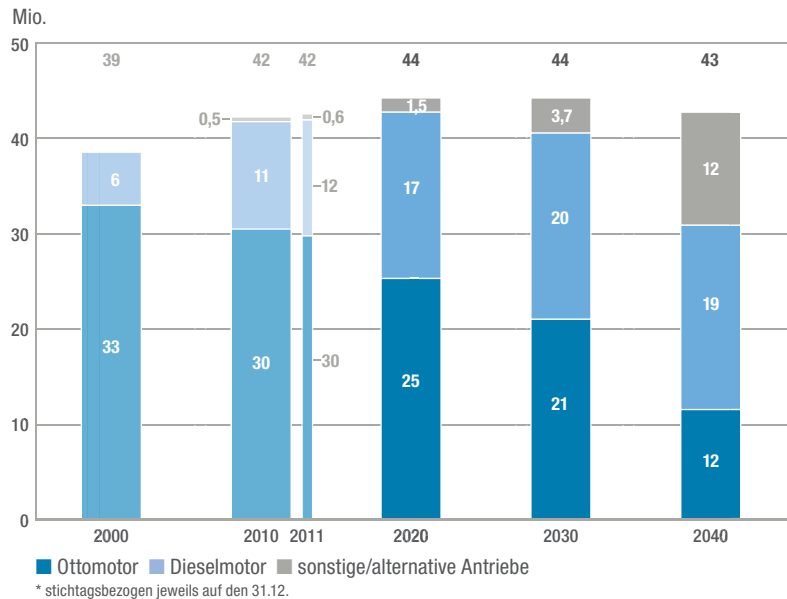
Rohbenzin ist ein wertvoller Grundstoff für die chemische Industrie, die Nachfrage wird wegen des Wirtschaftswachstums stabil bleiben. Damit erhöht sich sein Anteil am Mineralöl-Produktmix von fast 16 Prozent auf rund 21 Prozent im Jahr 2040.

Schweres Heizöl wird in Kraftwerken immer weniger eingesetzt; der Bedarf geht daher leicht zurück.

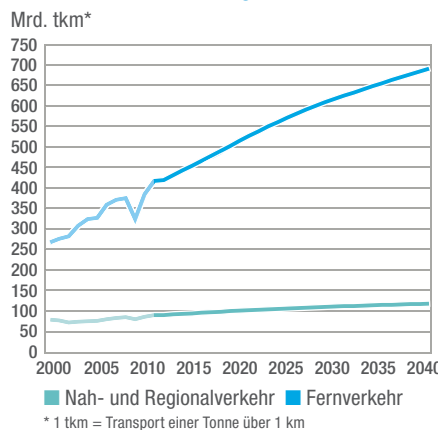
## Mineralölverbrauch inkl. biogener Beimischungen



## Pkw-Bestand gesamt\*



## Güterverkehrsleistung





## Fazit

Vom einstigen Nebenprodukt der Erdölförderung wird Erdgas im Prognosezeitraum zum Energieträger Nr. 1. Das hat verschiedene Gründe: Die großen, immer besser nutzbaren Vorkommen sichern die Verfügbarkeit von Erdgas, die bereits bestehende Infrastruktur und hohe Flexibilität machen es unter wirtschaftlichen Aspekten interessant und als sauberster fossiler Energieträger ist es zudem relativ klimaschonend.

Gerade letztere Eigenschaft trägt dazu bei, dass der Erdgasanteil im Prognosezeitraum beim Primärenergieverbrauch (+30 Prozent) und in der Stromerzeugung (+133 Prozent) stark zunimmt. Generell geht der Verbrauch an Primärenergie bis 2040 um fast ein Viertel zurück. Neben der steigenden Energieeffizienz ist dafür auch der sich ändernde Energiemix verantwortlich. Kernenergie und Kohle werden in der Stromerzeugung vorrangig ersetzt durch Energieträger mit höherem Wirkungsgrad und niedrigem CO<sub>2</sub>-Ausstoß: Erdgas und erneuerbare Energien. Zusammen leisten beide 2040 einen Beitrag von rund 72 Prozent zur deutschen Stromversorgung. Das hat auch positive Auswirkungen auf die deutsche Klimabilanz: Die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen sinken bis zum Ende des Prognosezeitraums um fast 50 Prozent. Damit wird das Ziel der Bundesregierung, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß trotz Energiewende bis 2040 um 70 Prozent zu senken, allerdings um rund 20 Prozentpunkte verfehlt.

Aufgrund seiner hohen Flexibilität kann Erdgas – zusammen mit Biogas – nicht nur in großen Gas- und Dampfkraftwerken eingesetzt werden, sondern auch dezentral in kleineren Kraftwerken mit Kraft-Wärme-Kopplung. Durch die fortschreitende Dezentralisierung wachsen Wärme- und Stromerzeugung auch im privaten Bereich immer mehr zusammen – zum Beispiel durch den Einsatz von Mikro-Blockheizkraftwerken in Ein- oder Zweifamilienhäusern.

Im Straßenverkehr wird Erdgas bis 2040 keine entscheidende Rolle spielen. Auf dem Nutzfahrzeug- und Schifffahrtssektor laufen zurzeit jedoch viele Tests zum Einsatz von verflüssigtem Erdgas. Mittelfristig könnten immer mehr Lkw, Busse und Schiffe, die heute noch mit Diesel oder Schweröl fahren, das umweltschonendere LNG als Kraftstoff nutzen.

Große Bedeutung kommt Erdgas in Bezug auf die Nutzung der erneuerbaren Energien zu. Wurde dem fossilen Energieträger früher zu Unrecht nur eine Brückenfunktion zur verstärkten Nutzung der Erneuerbaren zugeschrieben, gilt es nun, seine Rolle richtig zu definieren. Fest steht: Auch wenn heute schon erste Lösungen in der Entwicklung

sind, um Strom aus regenerativen Energien zu speichern, wird die Erzeugung immer fluktuieren. Speicharentwicklung und Netzausbau brauchen viel Zeit. Um eine sichere Versorgung Deutschlands zu garantieren, benötigen die erneuerbaren Energien deswegen einen umweltschonenden, flexiblen Partner, der die Back-up-Funktion dauerhaft übernimmt. Erdgaskraftwerke können schnell zugeschaltet werden, wenn Wind und Sonne nicht ausreichend zur Verfügung stehen. Ihr Betrieb rechnet sich allerdings nur, wenn die Bereitstellung der Kapazitäten wirtschaftlich honoriert wird.

Wie gut die Partnerschaft zwischen Erdgas und erneuerbaren Energien heute schon für private Haushalte funktioniert, zeigen hybride Systeme wie Erdgas-Brennwertheizungen in Kombination mit Solarthermie.

Wird das hohe Potenzial, das Erdgas bietet, voll ausgeschöpft, ist es weit mehr als nur ein Wärmelieferant oder eine temporäre Brückentechnologie. Für Deutschland ist es eine tragende Säule der Energiewende und die zuverlässige Basisenergie der künftigen Versorgung.

In der Energieprognose berücksichtigter Stand der europäischen und deutschen Richtlinien zu Klimaschutzzielen sowie zu Laufzeiten deutscher Kernkraftwerke: März 2012.

Die Internetausgabe dieser Energieprognose weicht von der Printausgabe hinsichtlich der Emissionsziele der Bundesregierung ab. Die Internetversion weist die richtigen Zielzahlen aus.

## 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,  
iStockphoto, Foto Seite 8 Sturmbilder/  
E.ON Kraftwerke GmbH

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

Druck:  
Zenner, Hamburg

**ExxonMobil Central Europe Holding GmbH**

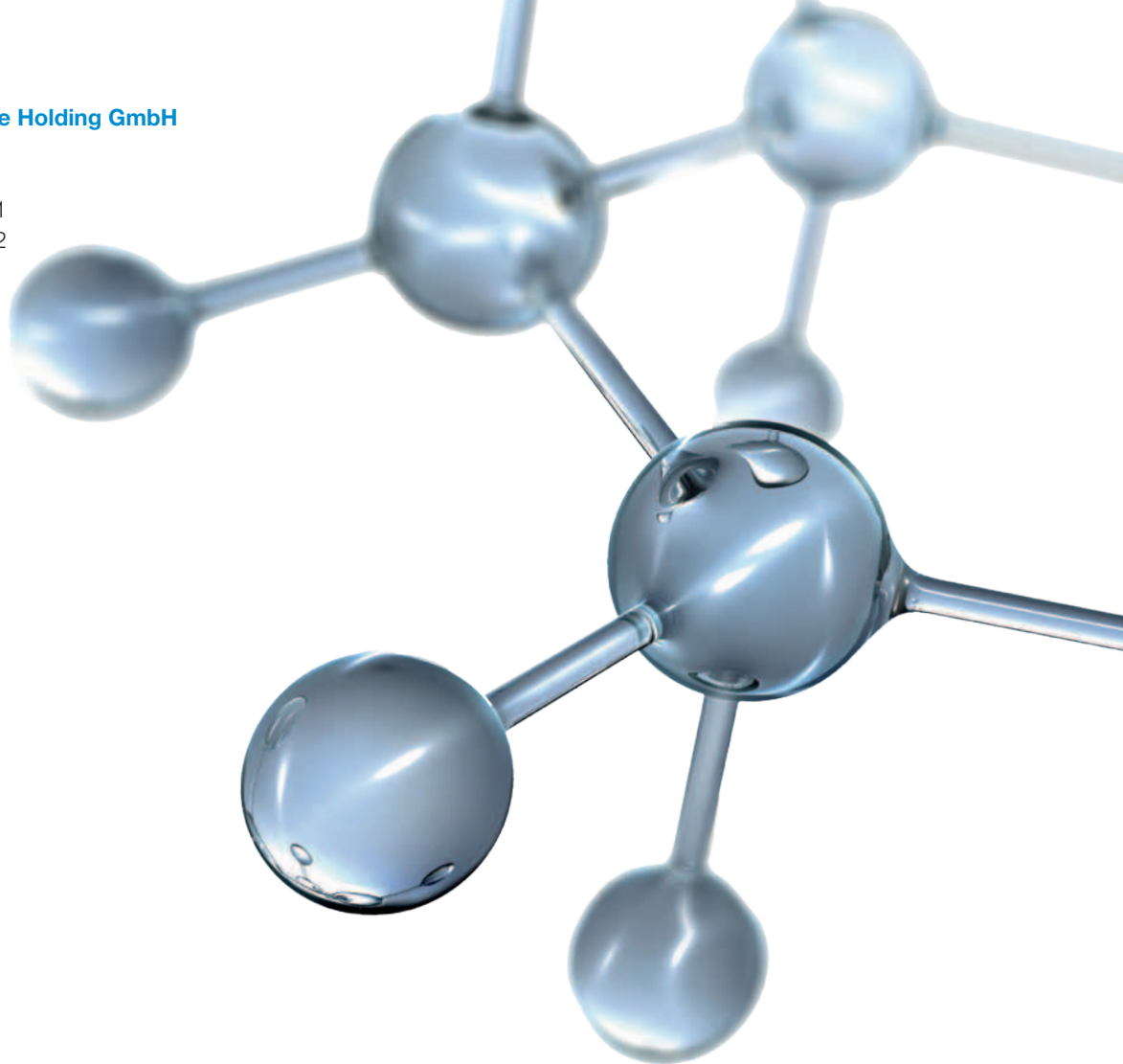
Caffamacherreihe 5

D-20355 Hamburg

Telefon: +49 (0)40 6393-3131

und +49 (0)40 6393-1402

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



**Mobil ExxonMobil**