

Energiewende anders Der machbare Weg zur sicheren Energieversorgung und zum klimaneutralen Gebäudebestand



Inhalt

1	Einleitung – Der Klimawandel	3	4 Erreichung der Klimazi	ele 28
2	Die Klimaschutzstrategie der Bundesregierung	g 6	5 Energiewende anders	30
3	Die Energiewende in Deutschland	8	6 Broschüren und Infos	33
	 Stand der Treibhausgasemissonen und des Primärenergieverbrauchs 			
	 Restriktionen und Alternativen der Energiewende in Deutschland 			
	• Säule 1: Umstieg auf erneuerbare Energien Restriktionen: Wind- und Sonnenstrom	10		
	Der andere Weg: Power-to-Gas			
	• Säule 2: Energieeffizienz in Gebäuden	20		
	Restriktionen: - Bauliche Sanierungsmaßnahmen - Direkte Nutzung erneuerbarer Energien für die Wärmeerzeugung - Elektrische Wärmepumpen			
	Der andere Weg: Energieversorgung mit Gas			
2 Energiewende anders				

1 Der Klimawandel

Der Klimawandel ist ein sehr dringendes, ernst zu nehmendes Problem mit weitreichenden Folgen für die gesamte Menschheit. Die Auswirkungen reichen vom Anstieg des Meeresspiegels über die Zunahme von Wetterextremen wie Hitzeperioden und Überschwemmungen bis zur Bedrohung zahlreicher Tier- und Pflanzenarten, deren Lebensräume zu schwinden drohen. Inzwischen ist wissenschaftlich ausreichend belegt, dass der Mensch mit seinen Tätigkeiten maßgeblich zum Klimawandel beiträgt und es besteht ein gesellschaftlicher Konsens darüber, dass die Internationale Staatengemeinschaft schnell und entschlossen handeln muss.

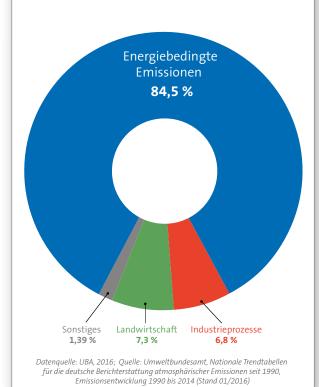
Um die globale Erwärmung aufzuhalten, ist eine drastische Absenkung der Treibhausgasemissionen – in erster Linie CO₂ – erforderlich. Bereits 1997 haben sich die Industriestaaten im Kyoto-Protokoll verbindlich dazu verpflichtet, ihre Emissionen der sechs wichtigsten Treibhausgase – darunter Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Distickstoffoxid (N₂O, Lachgas) – im Zeitraum 2008 bis 2012 um insgesamt mindestens fünf Prozent gegenüber den Emissionen von 1990 zu senken.

Die bisherigen Maßnahmen zur Verringerung des Treibhausgasausstoß haben jedoch nicht ausgereicht, dieses Ziel einzuhalten und die globale Erwärmung aufzuhalten. 2015 wurde ein neues internationales Abkommen, das "Paris-Protokoll", beschlossen, das das Kyoto-Protokoll ersetzt. In Paris wurden weltweit zehn Maßnahmen festgelegt, die die Erderwärmung auf weniger als zwei Grad Celsius entsprechend einem CO₂-Gehalt von 450 ppm gegenüber 280 ppm in der vorindustriellen Zeit ansteigen lassen sollen. Dabei bekennen sich die Teilnehmerstaaten dazu, alle Anstrengungen zu unternehmen, den Anstieg sogar auf 1,5 °C zu begrenzen.



QUELLEN DER TREIBHAUSGASEMISSIONEN

Mit 84,5 % fällt der Großteil der Treibhausgasemissionen in Energieerzeugung und -verbrauch (Wärmeerzeugung, Industrie, Verkehr) an.



POTENTIALE ZUR SENKUNG DER TREIBHAUSGASE

In der Industrie werden prozessbedingt auch zukünftig Treibhausgasemissionen unvermeidbar sein. Landwirtschaft und Verkehr bieten zwar Potentiale zur Einsparung, aber eine drastische Absenkung des CO₂-Ausstoßes ist auch hier nicht möglich, das gilt vor allem für den Luftverkehr.

Durch die Vielzahl an Energieanwendungen, in denen Treibhausgasemissionen nicht zu vermeiden sind, kann das Klimaziel der Reduktion der Treibhausgasemissionen nur erreicht werden, wenn die Emissionen in der Stromerzeugung, im Wärmemarkt und in der Automobilität auf Null herabgesetzt werden und somit klimaneutral sind.

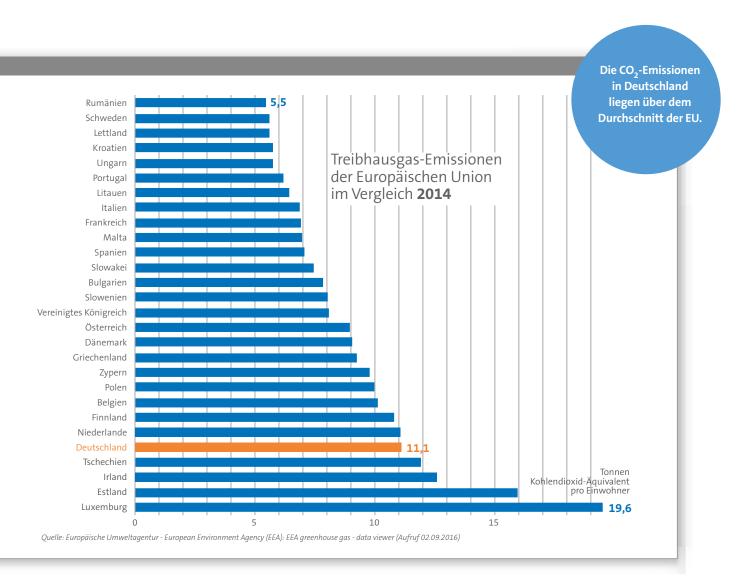
ZIELE DES ENERGIEKONZEPTS DER BUNDESREGIERUNG

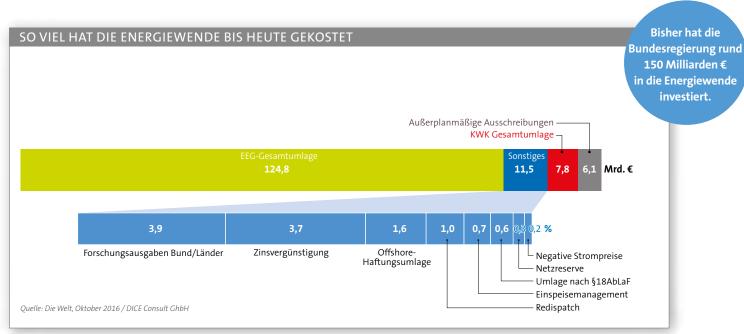
CO2-Einsparung Im Energiekonzept der Bundesregierung aus dem Jahr 2010 sind Einzelziele für die Senkung der Treibhausgasemissionen festgelegt.

Der Ausstoß von CO₂ soll gegenüber dem Jahr 1990 schrittweise herabgesetzt werden:

- bis 2020 um 40 %,
- bis 2030 um 55 %,
- bis 2040 um 70 % und
- bis 2050 um 80 %.

Nach dem Klimagipfel in Paris wurden die Ziele noch höher gesteckt, bis 2050 wird eine "weitgehende Treibhausgasneutralität"angestrebt. Die Treibhausgasemissionen sollen bis 2050 um bis zu 95 % gesenkt werden. Die Bundesregierung beschränkt sich dabei allein auf den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung und die Einsparung von Energie.





2 Die Klimaschutzstrategie der Bundesregierung

DIE ZWEI SÄULEN DER ENERGIEWENDE

Das Ziel der Energiewende in Deutschland ist die weitgehend CO₂-freie Energieversorgung in 2050. Die Absenkung der CO₂-Emissionen in Deutschland soll erreicht werden durch:

- den Umstieg der Energieversorgung auf erneuerbare Energien – in erster Linie aus Wind- und Sonnenenergie und
- 2. die Einsparung von Energie (Energieeffizienz).

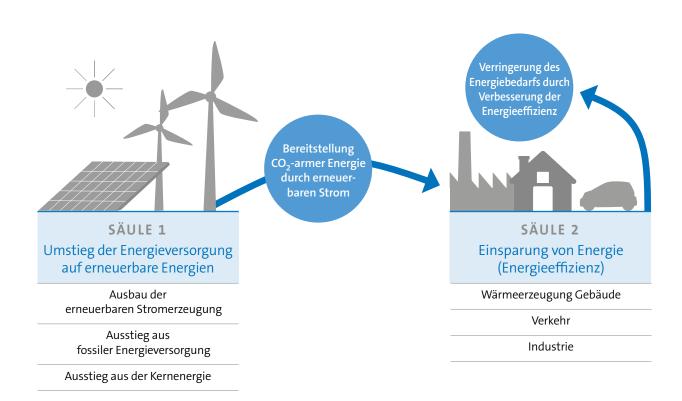
Im "Klimaschutzplan 2050" des BMUB sind die Grundlinien für diese langfristig angelegte Klimaschutzstrategie festgelegt. Aufbauend auf diesen Grundlinien beinhalten die Veröffentlichungen des BMWi "Grünbuch Energieeffizienz" und in "Strom 2030" (beides 2016) Maßnahmen zur Umsetzung.

Maßnahmen – Die Elektrifizierung des Energiesystems

Durch den Ausstieg aus der Kernenergie und den fossilen Energieträgern soll die Energieversorgung 2050 weitgehend mit erneuerbarem Strom aus Wind- und Sonnenkraft erfolgen. Dies erfordert den Einsatz strombasierter Technologien, z. B. elektrische Wärmepumpen zur Wärmeerzeugung in Gebäuden und Elektromobilität im Verkehr. Diese Strategie der "Elektrifizierung" von Wirtschaft und Gesellschaft ist aus Sicht der Bundesregierung die einzige Möglichkeit, eine weitgehende Treibhausgasneutralität zu erreichen.

Klimaschutzplan 2050 (BMUB 2016)

"Strom aus erneuerbaren Energien wird im zukünftigen Energiesystem der zentrale Energieträger sein. Das heißt, dass er perspektivisch auch im Wärme- und Verkehrssektor eingesetzt werden wird, beispielsweise um Wärmepumpen zu betreiben und Elektroautos anzutreiben."



Die Ziele des Klimaschutzes können nur erreicht werden, wenn die zwei Säulen der Bundesregierung gleichzeitig

SEKTORENKOPPLUNG AUS SICHT DER BUNDESREGIERUNG

Die zwei Säulen der Energiewende sind eng miteinander verzahnt. Neben dem Ausbau der erneuerbaren Stromproduktion ist die Senkung des Energiebedarfs im Verkehr, in der Wärmeversorgung sowie in Gewerbe und Industrie durch Energieeffizienz die Voraussetzung, dass der Bedarf soweit wie möglich durch erneuerbare Energien gedeckt werden kann. Die Integration der erneuerbaren Stromerzeugung in Bedarfssektoren (Sektorenkopplung) soll die bedarfsgerechte Bereitstellung von erneuerbarem Strom ermöglichen.

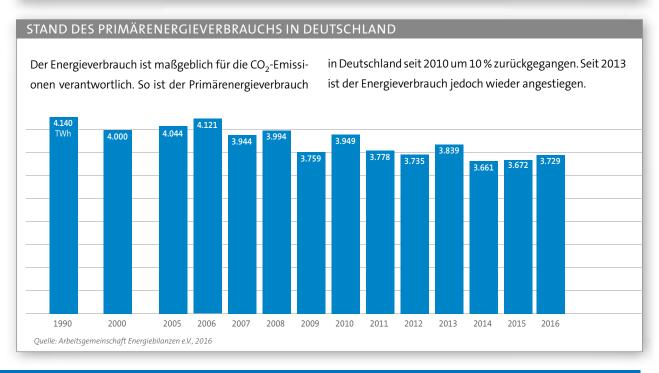
Grünbuch Energieeffizienz (BMWi 2016) "Bei der Sektorkopplung bedient das Stromangebot die Nachfrage nach Energie in Haushalten (Wärme und Kälte) und Verkehr (Antrieb) sowie in Industrie und GHD (Wärme, Kälte und Antrieb). Sektorkopplung trägt zu den Zielen der Energiewende bei, wenn Strom aus erneuerbaren Energien energieeffizient eingesetzt wird und dadurch fossile Energieträger ersetzt werden."

Offene Fragen: Gibt es genügend Flächenpotential in Deutschland für den Umstieg auf erneuerbaren Strom? Kann die Versorgungssicherheit auch ohne Wind und Sonne ("Dunkelflaute") gewährleistet werden? Wird in Zukunft eine großtechnische saisonale Strom-Energiespeicherung Strommöglich sein? verbrauch erzeugung Nachfrageseitige Intelligente Bereitstellung Steuerung von Energieerzeugung von Strom und -verbrauch durch Digitalisierung Sektorenkopplung aus Sicht der Bundesregierung

erfolgreich umgesetzt werden.

3 Die Energiewende in Deutschland

STAND DER TREIBHAUSGASEMISSIONEN IN DEUTSCHLAND 1990 BIS 2016 In der nationalen Treibhausgasinventur des Umweltbunzurückgegangen und steigen seit 2015 sogar an. Im Jahr desamtes werden die jährlichen Treibhausgasemissionen 2016 wurden insgesamt fast 906 Mio. t Treibhausgase freigesetzt, das sind etwa 4 Millionen Tonnen mehr als 2015. in Deutschland seit 1990 erhoben. Die Emissionswerte zeigen, dass von 1990 bis 2015 eine Minderung der CO₂-Eine wesentliche Emissionsminderung ist trotz der Maß-Emissionen um 27 Prozent zu verzeichnen ist. Seit 2000 nahmen, die die Bundesregierung initiiert hat, noch nicht sind die Treibhausgasemissionen jedoch nur geringfügig erreicht worden. relativ Treibhausgasemissionen in Deutschland in Mio. t CO₂-equivalent* gegenüber 1990: 1.043 992 972 945 999 975 922 927 904 902 906 27,6 % Kvoto-Budget Summe Nicht-CO₂ (CH₄, N₅O, F-Gase) 1.052 899 866 854 835 CO₂-Emissionen 1990 2000 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016** alle Angaben ohne Berücksichtigung von Landnutzungsänderungen; ** Schätzung; Quelle: UBA Emissionssituation; Stand 11.02.2016 🔭



In den letzten Jahren sind die CO₂-Emissionen und der Energieverbrauch angestiegen.

Restriktionen und Alternativen der Energiewende in Deutschland

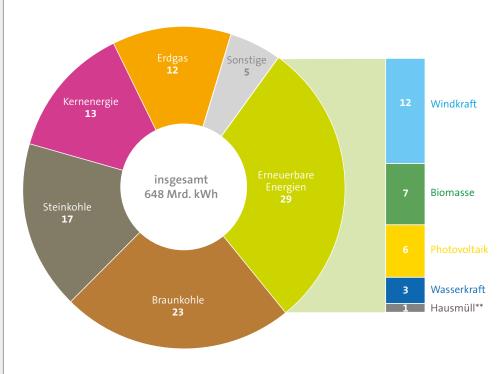


STAND DER ERNEUERBAREN STROMERZEUGUNG

Die erneuerbare Stromerzeugung in Deutschland stieg von 6 % im Jahr 2000 auf bis zu 29 % im Jahr 2016 an. Strom aus Wind hat den größten Anteil, gefolgt von Biomasse und Photovoltaik.

Trotz des hohen Anteils erneuerbarer Energien im Strommix kann der Bedarf bei Weitem nicht gedeckt werden – und muss durch Kraftwerksstrom ergänzt werden. Strom aus Kohlekraftwerken hat im Jahr 2016 mit insgesamt 40 % immer noch den größten Anteil im Strommix in Deutschland. Auch ab 2022, wenn die Kernkraftwerke abgeschaltet werden, wird die Stromerzeugung mit fossilen Energieträgern für die Deckung des Bedarfs maßgeblich sein.

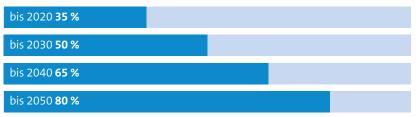
Bruttostromerzeugung in Deutschland 2016 in Prozent



vorläufige Zahlen; Quelle: AGEE-Stat und AGEB

Gemäß des Energiekonzeptes der Bundesregierung soll der bis 2020 35 %

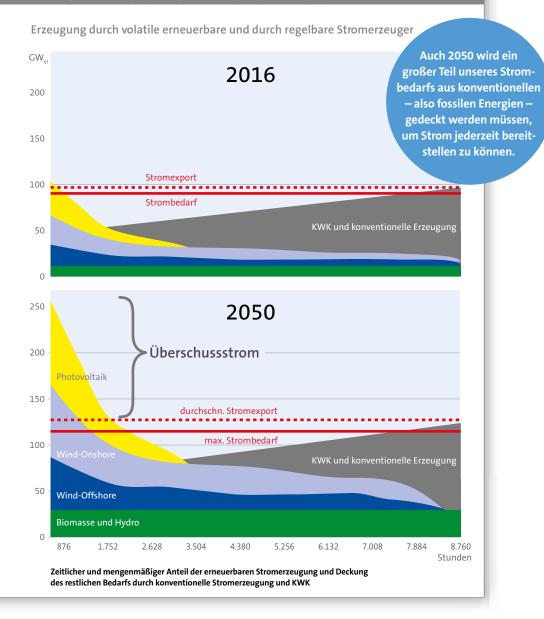
Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch schrittweise erhöht werden.



ERZEUGUNG DURCH VOLTAILE ERNEUERBARE UND REGELBARE STROMERZEUGER

Trotz eines Anteils erneuerbarer Energie an der Stromerzeugung von fast 30% musste der maßgebliche Teil des Bedarfs durch konventionelle Kraftwerke und Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) gedeckt werden.

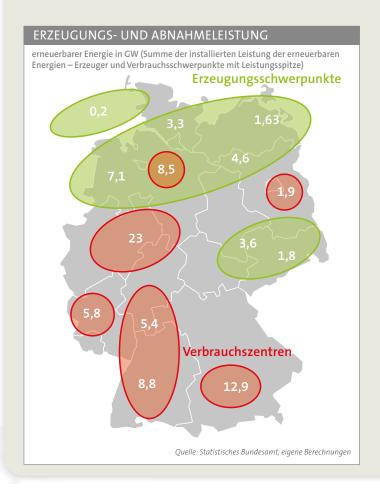
Trotz des geplanten Zubaus der erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen wird aufgrund der unregelmäßigen Verfügbarkeit von Wind- und Sonnenenergie auch 2050 Kraftwerksstrom für die Deckung des Strombedarfs benötigt werden.

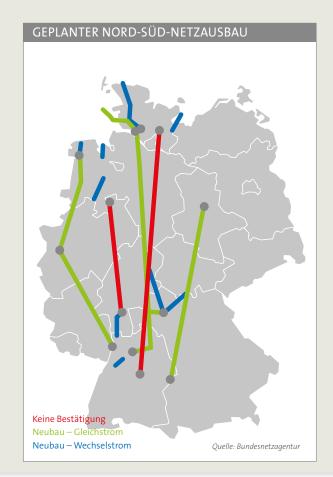


RESTRIKTIONEN: WIND- UND SONNENSTROM

Verfügbarkeit von Wind- und Sonnenkraft Die Stromerzeugung aus Wind- und Sonnenkraft ist witterungsbedingten sowie jahres- und tageszeitlich bedingten Schwankungen unterworfen. Betroffen sind davon insbesondere die Stromerzeugung aus Solar- und Windenergie sowie in geringem Maße die Wasserkraft. Diese Schwankungen werden als Volatilität bezeichnet. Die räumliche Verteilung der erneuerbaren Stromerzeugung in Deutschland ist heterogen. So wird der Windstrom überwiegend im Norden Deutschlands erzeugt, während im Süden hohe Solarleistung mit zeitlich begrenzter Verfügbarkeit vorhanden ist.

Umweltaspekte Der Ausbau von Windkraftanlagen und Photovoltaikfreiflächen führt zu einem erhöhten-Flächenverbrauch und kann Lebensräume gefährden. Die Belastung der Bürger, z. B. Anwohner in der unmittelbaren Umgebung von Windenergieanlagen oder in der Nähe der Stromtrassen, sind weitere negative Umweltwirkungen. Transport und Verteilung Der Ausbau der erneuerbaren Windstromerzeugung in der Nord- und Ostsee setzt hohe Leistungskapazitäten der Netze voraus. Die Bundesregierung plant den Neubau von Stromtrassen von Nord nach Süd. Ihre Realisierung ist wegen des Landschaftseingriffs problematisch. Der Ausbau kommt durch den massiven Widerstand der betroffenen Bevölkerung nur schleppend voran. Auch wird der Neubau vermutlich teurer als vorgesehen, da aufgrund der Einsprüche die Verlegung von Erdkabeln in Erwägung gezogen wird. Da dem Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung der Netzausbau nicht nachkommt, können die Übertragungsnetze die hohen Mengen an erneuerbaren Strom in den Erzeugungsgebieten oftmals nicht aufnehmen. Die Konsequenz ist, dass erneuerbare Energieanlagen in diesem Fall abgeschaltet werden müssen.





Für die Zwangsabschaltung von Windkraftanlagen bei überlasteten Netzen zahlten die Stromkunden im Jahr 2014 82,7 Mio. Euro, 2015 wurden 315 Mio. Euro an die Anlagenbetreiber bezahlt. Insgesamt werden die Entschädigungsansprüche für 2015 sogar auf 478 Mio. Euro geschätzt. Zudem wurden den Übertragungsnetzbetreibern für die Anpassung der Leistungseinspeisung bei regionalen Netzüberlastungen (Redispatch) 412 Mio. Euro 2015 ausgezahlt.

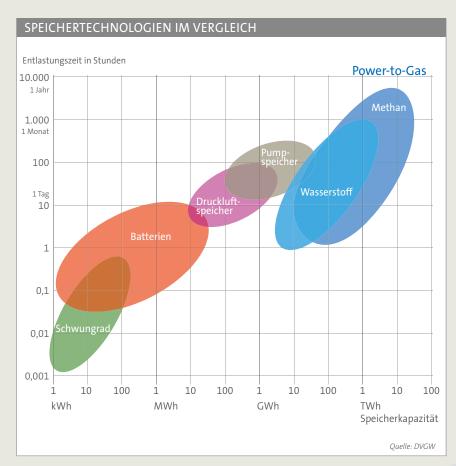
(Quelle: BNetzA Monitoringhericht 2016)

Speicherung erneuerbaren Stroms

Stromspeicher sollen die Versorgungssicherheit durch den Ausgleich der fluktuierenden erneuerbaren Stromerzeugung sicherstellen. Aber auch die bestehenden Speichertechnologien weisen Restriktionen auf, vor allem hinsichtlich

- der verfügbaren Speicherkapazitäten,
- · der Speicherdauern und der
- teilweise hohen Kosten bestehender Technologien, z. B. von Batterien, die gleichzeitig eine begrenzte Lebensdauer aufweisen.





EIN ANDERER WEG: POWER-TO-GAS

Die Lösung für die bestehenden Restriktionen in der Bereitstellung erneuerbaren Stroms besteht in der Möglichkeit, den erneuerbaren Strom mit der Power-to-Gas-Technologie im Erdgasnetz (auch langfristig) zu speichern und bei Bedarf bereitzustellen. Das Erdgasnetz ermöglicht die flächendeckende und bedarfsgerechte Bereitstellung von Strom und Wärme in dezentralen Anlagen, was durch den wachsenden Anteil an biogenen Gasen und Gas aus Wind- und Sonnenstrom zunehmend erneuerbar wird.

Wind- und Sonnenstrom können im Elektrolyse-Verfahren Wasserstoff produzieren, der in das Erdgasnetz entweder direkt oder nach einem weiteren Schritt der Methanisierung eingespeist wird. Somit bietet die Power-to-Gas-Technologie flexible Möglichkeiten der Bereitstellung und langfristigen Speicherung erneuerbaren Wind- und Sonnenstroms.

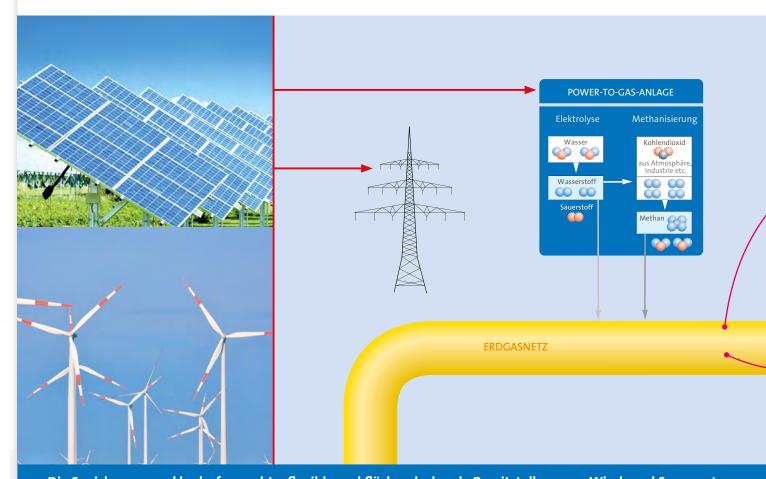
Mit Power-to-Gas kann die Volatilität der erneuerbaren Stromerzeugung ausgeglichen werden.

Power-to-Gas bietet derzeit die einzige Möglichkeit, erneuerbaren Strom über längere Zeiträume zu speichern (saisonübergreifend).

Das Gasnetz mit 510.000 km ermöglicht die regionenübergreifende und flächendeckende Bereitstellung erneuerbarer Energien.

Die Bereitstellung von Wasserstoff und Methan (Powergas) oder die Rückverstromung sind planbar und bedarfsgenau wobei Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen sowohl Wärme als auch Strom produzieren.

Durch die dezentrale Energiebereitstellung kann die Netzstabilität unterstützt und der Netzausbau reduziert werden.

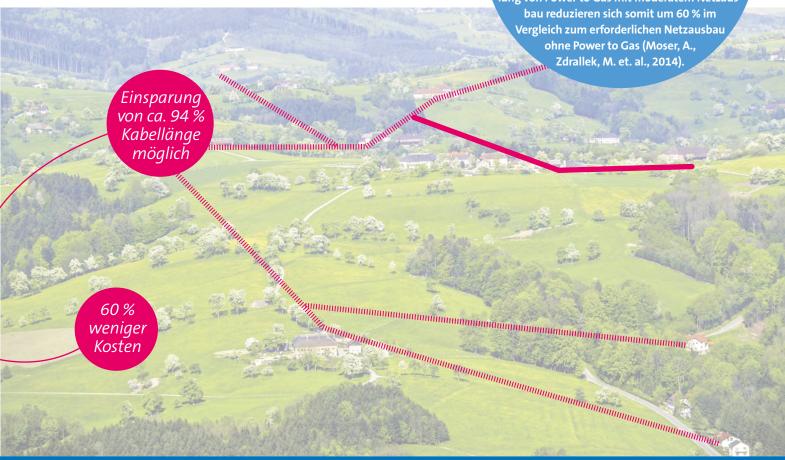


Die Speicherung und bedarfsgerechte, flexible und flächendeckende Bereitstellung von Wind- und Sonnenstrom

Technologische Entwicklung Die

Entwicklung der Power-to-Gas-Technologie ist rasant. In Deutschland gibt es derzeit über 20 Forschungs- und Pilotanlagen, in denen Wind- und Sonnenstrom in Wasserstoff und Methan umgewandelt wird. Durch die laufende Weiterentwicklung verbessern sich die Wirkungsgrade laufend und liegen bei 70 bis 86 %. Dena – Deutsche Energieagentur, 2016 "Power to Gas ist die einzige heute verfügbare Technologie, die sowohl eine Langfristspeicherung von erneuerbarem Strom ermöglicht als auch dessen Nutzbarmachung in allen anderen Energieverbrauchssektoren. Beides ist im Kontext des Pariser Klimaschutzabkommens besonders wichtig. Eine weitgehende Dekarbonisierung, wie sie zur Erreichung des 1,5°C-Ziels nötig ist, kann nur durch deutlich verstärkte Maßnahmen in allen Energieverbrauchssektoren erreicht werden. Power to Gas kann der Schlüssel dazu sein."

Die RWTH Aachen
und die Bergische Universität
Wuppertal haben in Kooperation mit
mehreren Forschungsinstituten die
Möglichkeit der Kopplung von erneuerbarer
Wind- und Sonnenstromerzeugung mit
Power-to-Gas-Anlagen und KWK in einem Niederspannungsnetz eines ländlichen Gebiets untersucht mit dem Ergebnis dass fast 94 % Kabellänge
eingespart werden können. Die Kosten der Kopplung von Power to Gas mit moderatem Netzausbau reduzieren sich somit um 60 % im
Vergleich zum erforderlichen Netzausbau
ohne Power to Gas (Moser, A.,

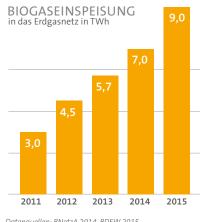


sind nach heutigem Stand der Technik nur mit Power-to-Gas möglich.

STROM UND WÄRME MIT KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG

DER GASMIX

Heute Das Erdgasnetz stellt bereits heute erneuerbares Gas bereit – in erster Linie biogenes Gas. In 2015 waren in Deutschland etwa 165 an das Erdgasnetz angeschlossene Bio-Methan-Anlagen in Betrieb. Dort werden jährlich ca. 9 TWh biogene Gase produziert. Dies entspricht ca. 1 % des gesamten Erdgasverbrauchs in Deutschland (BDEW 2015). Ende des Jahres 2016 waren es etwa 180 Anlagen – trotz sinkender staatlicher Förderung. Weitere ca. 8.000 Biogasanlagen erzeugen direkt grundlastfähigen, erneuerbaren Strom. Neben Energiepflanzen dienen Klärgase, Bioabfälle und Reststoffe aus Land- und Forstwirtschaft und Industrie für die Biogasproduktion. Mit dem Ausbau von Power-to-Gas-Anlagen



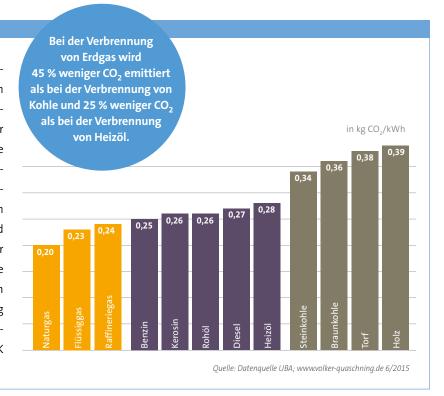
Datenquellen: BNetzA 2014, BDEW 2015

steigt zudem der Anteil an Wasserstoff und Methan aus Wind- und Sonnenstrom (Powergas).

2050 Theoretisch kann die bestehende Gasinfrastruktur 100 % erneuerbare Gase speichern und transportieren. Unter Berücksichtigung der Potentiale für die heimische Biomasseproduktion und den Nutzungskonkurrenzen, z. B. durch steigenden Bedarf im Verkehrssektor, wird von einem Anteil an erneuerbaren Gasen (biogenes Gas und Powergas) im Jahr 2050 von fast 50 % ausgegangen (Krause et al., 2011 und Hansen et al., 2015).

KLIMAVORTEILE VON ERDGAS

Trotz der wachsenden Zumischung erneuerbarer Gase ist auch im Jahr 2050 von einem Anteil von Erdgas im Gasnetz auszugehen. Gemäß der Klimastrategie der Bundesregierung sollen erdgasbasierte Technologien bis 2050 abgeschafft werden, da auch Erdgas ein fossiler Energieträger ist. Jedoch bestehen zwischen den fossilen Energieträgern Erdgas, Kohle und Heizöl große Unterschiede hinsichtlich der Klimaschädlichkeit. Im Vergleich zu Kohle oder Heizöl sind Erdgasanwendungen deutlich CO₂-ärmer. Müssen zur Deckung des Strombedarfs konventionelle Stromerzeuger eingesetzt werden, dann ist KWK mit Erdgas der klimafreundlichste Weg.



Der Gasmix im deutschen Erdgasnetz wird zunehmend erneuerbar.

Power-to-Liquids

Auf Basis von Wasserstoff lassen sich

- flüssige Treibstoffe für Autos und Flugzeuge (z. B. Dimethylester, Kerosin) und
- flüssige Grundchemikalien (z. B. Methanol) herstellen.

Liquified Natural Gas (LNG)

Gas kann auch unabhängig vom Gasnetz in flüssiger Form bereitgestellt werden, z. B. an Tankstellen. LNG-betriebene Fahrzeuge nehmen in erster Linie im Güterverkehr zu und helfen CO₂-Emissionen und Feinstaubbelastungen zu reduzieren.

KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG – BEITRAG ZUR EINSPARUNG VON CO

Effizienz Für die Stromerzeugung aus Gas ist die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) die energieeffizienteste Technologie. Mit einem Motor oder einer Brennstoffzelle wird Strom erzeugt und die Abwärme wird zur Wärmeerzeugung genutzt. Eine Motor-KWK-Anlage spart gegenüber der getrennten Erzeugung im Heizkessel je nach Auslegung 25 – 35 % Primärenergie und CO₂-Emissionen, eine Brennstoffzelle sogar bis zu 50 %.

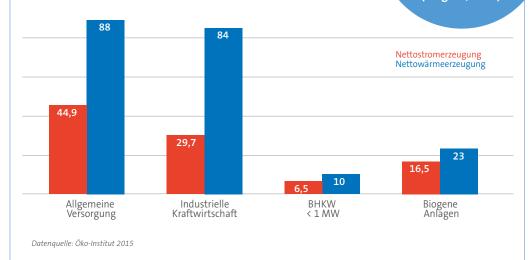
Einsatzgebiete KWK gibt es in allen Größenordnungen:

- Heizkraftwerke produzieren Strom und Fernwärme.
- Sogenannte Blockheizkraftwerke (BHKW) produzieren Strom und Wärme für industrielle Prozesse und für die Versorgung von Gebäudekomplexen und Quartieren (Nahwärmenetze). Durch kurze Leitungswege des Transports der Wärme werden Verluste verringert.
- Klein-KWK-Anlagen in Wohngebäuden produzieren neben der erforderlichen Wärme Strom, der selbst genutzt, oder in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden kann.

BUND – Standpunkt zum Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung und zur Novellierung des KWK-Gesetzes, 2015: "Durch ihre Flexibilität und Umweltfreundlichkeit stellen KWK-Anlagen die ideale Ergänzung zu den fluktuierenden Energien Wind und Sonne dar. Sie erzeugen die notwendige Residualenergie und können ohne Weiteres auch die notwendigen Systemdienstleistungen liefern; damit gewährleisten sie im Zusammenspiel mit Wind- und Sonnenenergie die notwendige Versorgungssicherheit und Netzstabilität der Stromversorgungssysteme."

Im Jahr 2012 hat
die KWK gegenüber
der ungekoppelten Stromund Wärmeerzeugung
rund 56 Mio. Tonnen CO₂
eingespart.
(Prognos, 2014)

KWK STROM- + WÄRMEERZEUGUNG 2014 in TWh



STROM UND WÄRME MIT KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG

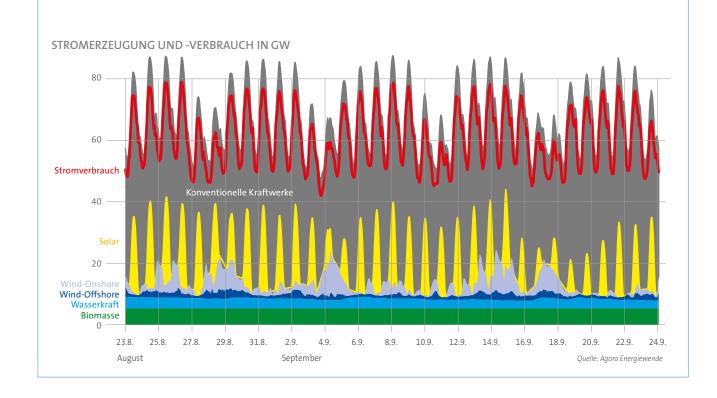
KWK ZUR DECKUNG DER RESIDUALLAST

KWK-Anlagen, die Strom und Fernwärme produzieren, tragen zur Deckung der Residuallast bei. Die Flexibilität der KWK, die Strom- und Wärmeproduktion dem Bedarf anzupassen, kann in der zunehmenden erneuerbaren Stromproduktion mit ihrer Volatilität wesentlich zum Erhalt der Stromnetzstabilität beitragen.

Die KWK erzeugte im Jahr 2014 rund 98 TWh Strom (netto) und hat einen Anteil von 17 % an der gesamten Nettostromerzeugung in Deutschland. Hiervon entfällt etwas mehr als die Hälfte auf KWK- Anlagen zur Erzeugung von Fernwärme, knapp ein Drittel auf die Industrie. Die restliche KWK-Stromerzeugung wird durch biogene KWK-Anlagen und dezentrale Kleinanlagen bereitgestellt (Ökoinstitut 2015).

KWK-Strom ergänzt den Strommix und gleicht die volatile Wind- und Sonnenstromerzeugung aus. Durch die flächendeckende Bereitstellung von Gas im deutschen Gasnetz kann die räumlich heterogene Verteilung der erneuerbaren Stromerzeugung ausgeglichen werden.

Der Begriff **Residuallast** (lat. residuum "Rest") bezeichnet die in einem Elektrizitätsnetz nachgefragte Leistung (Last) abzüglich eines Anteils fluktuierender Einspeisung von dargebotsabhängigen Erzeugern wie z. B Windkraft oder Photovoltaikanlagen. Sie stellt also die Restnachfrage dar, welche von regelbaren Kraftwerken gedeckt werden muss. (Wikipedia)

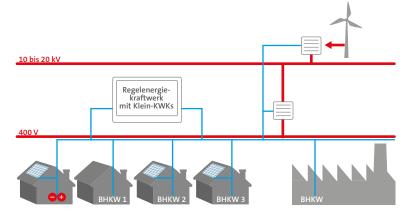


KWK kann Residuallast bereitstellen und ermöglicht somit eine sichere Energieversorgung.

KWK IN WOHNGEBÄUDEN ALS KRAFTWERK

Klein-KWK-Anlagen, die dezentral in Gebäuden eingesetzt werden, weisen die gleichen Potentiale zur Deckung der Residuallast auf wie Heizkraftwerke, wenn sie in einem Regelenergiekraftwerk zusammengeschlossen und die elektrische Leistung zentral gesteuert wird.

Durch die abgestimmte Einspeisung durch regelbare KWK-Anlagen können Spitzenlasten und Defizite im Stromnetz ausgeglichen werden. Zudem verringern sich die Netzverluste aufgrund der kurzen Distanzen zwischen Einspeisung und Verbrauch.



Mit hohem KWK-Anteil und einer geeigneten regionalen Verteilung können konventionelle Kohlekraftwerke vermieden sowie der Stromnetzausbau reduziert werden. Die dezentrale Stromerzeugung durch KWK trägt zudem zur Netzstabilität bei und führt zu einer höheren Sicherheit der Stromversorgung als die überregional geplanten Nord-Süd-Stromtrassen.

STROMERZEUGUNG UND -VERBRAUCH BEI DUNKELFLAUTE IN GW 80 Stromverbrauch 60 lm Januar 2017 mussten bei tiefen Temperaturen und geringer erneuerbarer Stromerzeugung (Dunkelflaute) bis zu 80 % des 40 Strombedarfs in konventionellen Kraftwerken mit fossilen Brennstoffen 20 erzeugt werden. Solar Wind-Offshore Wasserkraft Biomasse 0.00 06.00 12.00 18.00 0:00 06.00 12.00 18.00 0:00 06.00 12.00 18.00 0:00 06.00 12.00 18.00 21. Januar 22. Januar 23 Januar 24 Januar Quelle: Agora Energiewende

Durch den Einsatz von Erdgas und erneuerbaren Gasen können Kohlekraftwerke ersetzt und CO₂ eingespart werden.

ENERGIEEINSPARPOTENTIALE

Die Wärmeerzeugung in Gebäuden macht fast 40 % des gesamten Energieverbrauchs in Deutschland aus (Quelle: Energiekonzept der Bundesregierung 2010). Während Neubauten durch die stetig zunehmenden gesetzlichen Vorgaben des energieeffizienten Bauens und Heizens heute wenig Energie – und somit CO₂ – verbrauchen bzw. emittieren, weist der Gebäudebestand immer noch ein hohes Einsparpotential auf. Vor allem ältere Gebäude und Häuser, die vor der 1. Wärmeschutzverordnung 1977 gebaut wurden, verbrauchen unnötig viel Energie, da die Heizungstechnik veraltet und die Wärmedämmung unzureichend ist.

Energiekonzept der Bundesregierung 2010:

"...die energetische Sanierung des Gebäudebestands ist der zentrale Schlüssel zur Modernisierung der Energieversorgung und zum Erreichen der Klimaschutzziele."





ZIELE DER BUNDESREGIERUNG ZUR ERHÖHUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ

Im Energiekonzept der Bundesregierung ist das zentrale Ziel festgeschrieben, dass der Gebäudebestand bis 2050 nahezu klimaneutral sei. Unter dem Begriff "klimaneutral" versteht die Bundesregierung, dass die Gebäude nur noch einen sehr geringen Energiebedarf aufweisen und der verbleibende Energiebedarf durch erneuerbare Energien gedeckt wird. Durch Wärmedämmung und durch energieeffiziente Wärmeerzeugung soll der Energieverbrauch gegenüber 2008 gesenkt werden. Die festgelegten Ziele sind:

- Verdoppelung der energetischen Sanierungsrate von derzeit jährlich weniger als 1 % auf 2 % des gesamten Gebäudebestands
- Bis 2020 Reduzierung des Wärmebedarfs um 20 %
- Bis 2050 Minderung des Primärenergiebedarfs um 80 %

Im "Aktionsprogramm Klimaschutz 2020", das das Bundesministerium für Umwelt im Dezember 2014 veröffentlicht hat, sind Eckpunkte zur Umsetzung der Effizienzziele in Gebäuden festgeschrieben. Parallel hierzu hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie den "Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE)" veröffentlicht, der Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz unter anderem in Gebäuden - beinhaltet. Durch Bereitstellung staatlicher Fördermittel für energieeffizientes Bauen und Sanieren sowie für die Energieberatung soll die Energieeffizienz in Gebäuden erhöht werden. Die "Energieeffizienzstrategie Gebäude (ESG)" vom November 2015 beinhaltet Vorschläge zur Weiterentwicklung dieser Maßnahmen.

MAßNAHMEN ZUR UMSETZUNG

senkt werden:

- im Neubau durch energieeffizientes Bauen (Vermeidung von Wärmeverlusten durch Dämmung) und den direkten Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung
- im Bestandsgebäude durch bauliche Sanierung (Dämmung von Wänden und Dach, Austausch alter Fenster, Lüftung mit Wärmerückgewinnung) und den Austausch alter, ineffizienter Heizungsanlagen

Der Energiebedarf von Gebäuden soll ge- Für den Neubau gibt es gesetzliche Vorgaben zur Dämmung der Gebäudehülle und zum Einsatz erneuerbarer Energien für die Wärmeerzeugung (EnEV, EEWärmeG). Die EnEV beinhaltet Vorgaben zur Wärmedämmung, die im Rahmen der grundlegenden Modernisierung von Bestandsgebäuden eingehalten werden müssen. Ansonsten soll die energetische Sanierung im Gebäudebestand und die direkte Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung durch das Angebot staatlicher Förderprogramme vorangetrieben werden.

STAND DER ENERGIEEINSPARUNG

Daten, die für die BMWi "Energieeffizienzstrategie Gebäude" vom November 2015 erhoben worden sind, belegen, dass der Primärenergiebedarf für Gebäude in den vergangenen Jahren nur wenig zurückgegangen ist. Trotz der Bereitstellung staatlicher Fördermittel hat sich die bauliche Sanierungsrate mit weniger als 1 % seit 2008 kaum erhöht.

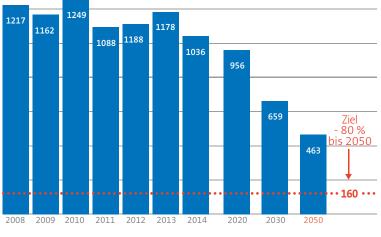
Alle bisherigen Maßnahmen der Energieeffizienzstrategie der Bundesregierung haben zu keiner signifikanten Senkung des Primärenergieverbrauchs im Gebäudebestand geführt.

DER BLICK IN DIE ZUKUNFT

Im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitforschung zur "Energieeffizienzstrategie Gebäude" wurde anhand der Fortschreibung der bisherigen Entwicklung des Primärenergiebedarfs in Gebäuden die zukünftige Entwicklung abgeschätzt. Demnach kann das Klimaschutzziel, den Primärenergiebedarf bis 2050 um 80 % zu senken, nicht erreicht werden, wenn keine weiteren Maßnahmen ergriffen werden (Prognos et al., 2015).

"Energieeffizienzstrategie Gebäude" (ESG 2015) des BMWi "Anhand des Referenzszenarios oder "weiter-wie-bisher" Szenarios zeigt sich, dass mit einem unterstellten moderaten technischen Fortschritt, der auf dem Ende 2013 bestehenden energie- und klimaschutzpolitischen Instrumentarium basiert, die gesteckten Ziele verfehlt werden."

PRIMÄRENERGIEBEDARF FÜR GEBÄUDE IN DEUTSCHLAND in TWh



Quellen: BMWi auf Basis der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.-Monitoringbericht 2015 (Statistik) BMWi Energieeffizienzstrategie Gebäude 2016 (Trendszenarien 2020-2050)

DER KLIMANEUTRALE GEBÄUDEBESTAND – RESTRIKTIONEN

Dass das Ziel, den Primärenergiebedarf von Gebäuden bis 2050 um 80 % zu reduzieren, aus heutiger Sicht nicht erreicht werden kann, liegt in erster Linie in wirtschaftlichen und technischen Restriktionen der Sanierung von Bestandsgebäuden begründet. Im Neubau hingegen kann aufgrund der zunehmenden Verschärfung der gesetzlichen Anforderungen an das energieeffiziente Bauen in der EnEV ein niedrigerer Energieverbrauch erwartet werden.

RESTRIKTIONEN: BAULICHE SANIERUNGSMAßNAHMEN

Bauliche Maßnahmen zur Wärmedämmung sind aufgrund bestehender technischer und wirtschaftlicher Restriktionen oftmals nicht in vollem Umfang umsetzbar.

Technische Restriktionen

- · Wärmebrücken können nicht immer vermieden werden, das gilt v. a. für Altbauten.
- · Bei denkmalgeschützten Gebäuden sind die Dämmung der Fassade und der Austausch von Fenstern oft nicht möglich.
- Der Einbau von Lüftungssystemen ist in Bestandsgebäuden nicht immer möglich.

Terrassen, Balkone

die Fassadendämmung und weisen

Wirtschaftliche Restriktionen

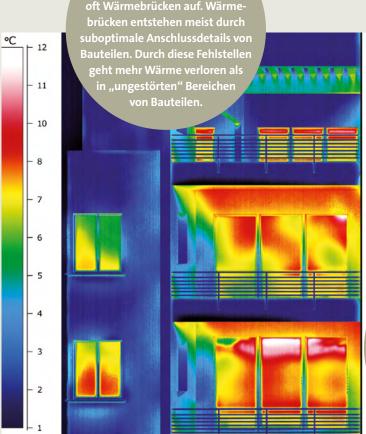
- Die Fassadendämmung ist teuer, v. a. wenn sie nicht im Rahmen einer Putzsanierung durchgeführt wird.
- · In denkmalgeschützten Gebäuden ist die kostenintensive Innendämmung meist die einzige Möglichkeit.
- · Investor-Nutzer-Dilemma: Eigentümergemeinschaften und Vermieter vermeiden oftmals kostenintensive Sanierungsmaßnahmen, da die Umverteilung der Kosten problematisch ist, z. B. aufgrund von Mietpreisbegrenzungen.
- · Eigentümer mit einem geringen Einkommen, z.B. Rentner, sind oftmals nicht in der Lage, die hohen Kosten einer Fassadendämmung aufzubringen.

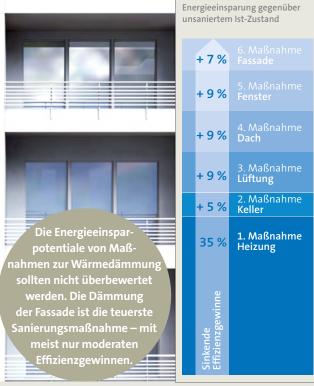
Effizienzgewinne von Sanierungsmaßnahmen

Ein weiterer bedeutender Aspekt für die Planung von Sanierungsmaßnahmen ist, dass die Effizienzgewinne der ersten Sanierungsmaßnahme am höchsten sind, aber zusätzliche Effizienzfortschritte geringer sind.

Energieeffizienzstrategie Gebäude, BMWi 2016 "Wirtschaftliche Grenzen der energetischen Sanierung ergeben sich daraus, dass gerade bei der Sanierung von Bestandsgebäuden anfängliche Effizienzgewinne noch relativ günstig zu erreichen, zusätzliche Effizienzfortschritte aber oft mit deutlich ansteigenden Kosten pro eingesparte Kilowattstunde Endenergie verbunden sind. Dies gilt v.a. für die Fassadendämmung und den Austausch von Fenstern."

SANIERUNGSMAßNAHMEN





Thermografie-Aufnahme einer Wärmebrücke im Bereich des Fenstersturzes (Quelle: ESG)

RESTRIKTIONEN: DIREKTE NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN

Neben der Wärmedämmung ist der direkte Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung ein weiteres Mittel, um die Energieeffizienz von Gebäuden zu erhöhen. Für den Neubau sind Mindestanforderungen im Eneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) festgeschrieben, wonach in der Regel mindestens 15 % erneuerbare Energien zur Wärmeerzeugung eingesetzt werden müssen. Doch bestehen auch hier Restriktionen.

Restriktionen Verfügbarkeit Restriktionen der Verwendung von fester Biomasse in Pelletheizungen bestehen in erster Linie im begrenzten Rohstoff- und Importpotential sowie in den benötigten Lagerkapazitäten. Solarthermie und Photovoltaik können aufgrund des asymptotischen Ertragsverlaufs in Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung die Wärmeerzeugung nur ergänzen. Weitere Restriktionen bestehen in der Größe, Ausrichtung und Beschattung der Dachflächen und der Dachkonstruktion (Belastbarkeit).

Restriktionen in der Nutzung von Umweltwärme (Erdwärme, Grundwasserwärme, Wärme der Umgebungsluft) bestehen in der Verfügbarkeit der Umweltquellen, deren Nutzung nicht immer möglich ist, vor allem in dicht besiedelten Bereichen. Das gilt vor allem für Erd- und Grundwasserwärme.

Umweltwärme kann durch Wärmepumpen genutzt werden. Die Erdwärmepumpe nutzt Erdwärme durch Erdsonden oder -kollektoren. Erdwärme weist relativ gleichbleibende Temperaturen auf und kann daher gut genutzt werden. Die Grundwasserwärmepumpe nutzt die Wärme des Grundwassers durch Bohrungen und ist am leistungsfähigsten, da Grundwasser mit +8 bis +12°C über das Jahr über gleichbleibend hohe Temperaturen aufweist. Die Luftwärmepumpe nutzt die Umgebungsluft, ist aber insbesondere bei niedrigen Außentemperaturen < 0 °C wegen der zwangsläufigen Vereisung weniger effektiv. Aufgrund der geringen Investitionskosten und des geringen Platzbedarfs werden sie mit Abstand am häufigsten eingesetzt.



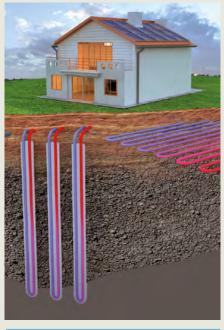
BIOMASSE

- Begrenztes Rohstoffpotential
- Benötigter Lagerplatz



SOLARTHERMIE / PHOTOVOLTAIK

- Asymptotischer Ertragsverlauf
- Dachausrichtung / Beschattung
- Dachkonstruktion



UMWELTWÄRME

• Begrenzte Verfügbarkeit

RESTRIKTIONEN: ELEKTRISCHE WÄRMEPUMPEN

Mit der Nutzung von Umweltwärme durch Wärmepumpen können aus Sicht der Bundesregierung die Einsparziele erreicht werden. Im klimaneutralen Gebäudebestand 2050 soll gemäß der Strategie der Bundesregierung ausschließlich erneuerbarer Strom verwendet werden. Für die Wärmeerzeugung wäre in diesem Fall die elektrische Wärmepumpe die Technologie Nummer eins und soll zur Erreichung der Klimaziele in bis zu 60 % der Wohngebäude eingesetzt werden. Jedoch ist der Einsatz elektrischer Wärmepumpen neben der beschränkten Verfügbarkeit von Umweltwärmequellen mit einer Reihe an Restriktionen behaftet.

- Elektrische Wärmepumpen können nur in gut gedämmten Gebäuden mit Flächenheizungen, z. B. Fußbodenheizungen, energieeffizient betrieben werden, was gerade im Gebäudebestand oft nicht möglich ist:
- · Bestandsgebäude benötigen oftmals hohe Heizungsvorlauftemperaturen, was die elektrische Wärmepumpe nicht leisten kann.
- An kalten Wintertagen gerät die Luftwärmepumpe an ihre Leistungsgrenze. Unter -15 °C wird die Wärme ausschließlich elektrisch produziert, wodurch die Heizkosten steigen. Zudem springt unter 0 °C ein elektrischer Abtaumechanismus an. Gerade im Winter kann der Strombedarf deutlich ansteigen. Gleichzeitig gibt es im Winter ausgedehnte Phasen mit geringer erneuerbarer Energieerzeugung. Der Strombedarf muss in diesen Fällen durch fossile Energieträger gedeckt werden.

Gemäß der ESG-Hintergrundstudie kann das Klimaziel, den Primärenergiebedarf bis 2050 um 80 % zu senken, nur erreicht werden, wenn der Anteil an elektrischen Wärmepumpen in Wohngebäuden auf 44 % bis über 60 % ansteigt.

Auch sind die akustischen und optischen Beeinträchtigungen einer elektrischen Wärmepumpe oft störend. Elektrische Wärmepumpen benötigen zumeist ein klimaschädliches Kühlmittel. Die Wartungskosten sind hoch. Eine regelmäßige Reinigung des Luftfilters ist erforderlich. Die Kontrolle des Kältemittelkreislaufes ist notwendig, da ein Austreten des Kältemittels verhindert werden muss.

Wegen der großen Gleichzeitigkeit des Einsatzes elektrischer Wärmepumpen an kalten Tagen müssen für die Deckung des Strombedarfs fossile Kraftwerke vorgehalten werden.

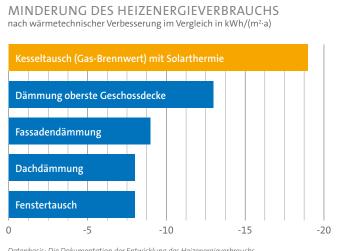
"Darüber hinaus muss beachtet werden, dass sich Wärmepumpen nur für den Einsatz in gut gedämmten Gebäuden anbieten – die energetische Modernisierung der Gebäudehülle ist also eine Grundvoraussetzung für den breiten Einsatz dieser Technologie im Gebäudebestand." (Prognos et.al., 2015 - Hintergrundpapier zur Energieeffizienzstrategie Gebäude, BMWi)

Aus der "Energieeffizienzstrategie Gebäude", BMWi 2015 "Im Regelfall können Wärmepumpen bei sanierten Gebäuden nur effizient mit einem Flächenheizsystem betrieben werden. Wärmepumpen reagieren allerdings hinsichtlich der Wirkungsgrade deutlich sensibler auf extrem kalte Wintertage und auf fehlerhafte Einbausituationen als konventionelle Wärmerzeuger. Bei Wärmepumpen sind die reale Einbausituation und die weiteren Heizungskomponenten (Speicherung, Verteilung, Warmwasserbereitung etc.) entscheidend (Effizienz des Gesamtsystems)."

EIN ANDERER WEG: ENERGIEVERSORGUNG

ENERGIEEINSPARUNG DURCH DEN AUSTAUSCH DES HEIZKESSELS

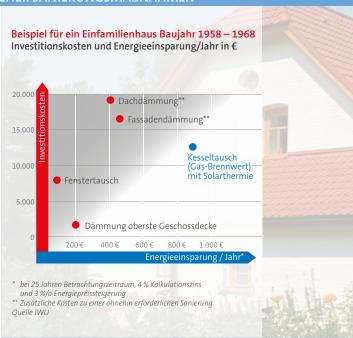
Im interaktiven Energie-Sparkonto der co2online gGmbH wird die Entwicklung des Heizenergieverbrauchs von 1,56 Millionen Wohngebäuden in Deutschland erfasst (www.energiesparkonto.de). Gleichzeitig wird die Durchführung von Sanierungsmaßnahmen erfasst. Der Erfolg einzelner Sanierungsmaßnahmen kann belegt werden, indem die Verbräuche des Vorjahres der Sanierungsmaßnahme, des Jahres während und im Jahr nach der Sanierungsmaßnahme miteinander verglichen werden. Die Energieverbrauchsdaten belegen, dass der Austausch des Heizkessels durch einen Gasbrennwertkessel mit einer Solarthermieanlage eine Maßnahme ist, mit der am meisten Energie eingespart werden kann.



Datenbasis: Die Dokumentation der Entwicklung des Heizenergieverbrauchs vor und nach wärmetechnischen Verbesserungen im interaktiven Energiesparkonto von co2online (www.energiesparkonto.de) Stand 2016

KOSTEN-NUTZEN-VERHÄLTNIS UNTERSCHIEDLICHER SANIERUNGSMAßNAHMEN

Das Institut Wohnen und Umwelt (IWU) hat in einer Studie die Investitionskosten und die jährliche Kosteneinsparung unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen (Einzelmaßnahmen) dokumentiert. Auf der Grundlage der Altersverteilung des deutschen Gebäudebestands wurden hierfür repräsentative Gebäudetypen (Modellhäuser) herangezogen (IWU, 2013: Energetische Sanierung des Gebäudebestands privater Haushalte). Auch in dieser Studie ist die Energieeinsparung beim Austausch der Heizung durch eine kombinierte Gasbrennwert- und Solarthermieanlage am höchsten. Die Investitionskosten hingegen sind niedriger als die Dach- und Fassadendämmung – Maßnahmen, mit denen lediglich moderate Effizienzsteigerungen zu erzielen sind.



Der Einbau eines Gas-Brennwertkessels ist sowohl im Einfamilienhaus als auch im Mehrfamilienhaus die Sanierungsmaßnahme mit der höchsten Energieeinsparung und gleichzeitig moderaten Investitionskosten im Vergleich zur Fassaden- und Dachdämmung. Die Erneuerung der Heizung ist eine bezahlbare Klimaschutzmaßnahme mit der am meisten Energie – und somit CO₂ – eingespart werden kann.

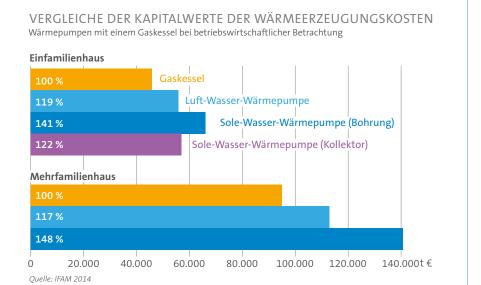
WÄRMEERZEUGUNG MIT GAS – ALTERNATIVEN ZUR ELEKTRISCHEN WÄRMEPUMPE

Die direkte Nutzung erneuerbarer Energien für die Wärmeerzeugung ist Beschränkungen unterworfen. Ein anderer Weg der energieeffizienten Wärmeerzeugung ist die Verwendung von Erdgas mit seinem zunehmenden Anteil an erneuerbaren Gasen. Das nahezu flächendeckend ausgebaute Erdgasnetz und die Speicherbarkeit von Gas stellen die durchgängige Versorgung sicher.

Für die Wärmeerzeugung mit Gas stehen hocheffiziente Technologien bereit mit einem vielseitigen Einsatzspektrum sowohl für den Neubau als auch für den Gebäudebestand. Auch im Neubau werden gasbetriebene Wärmeerzeuger nach wie vor am häufigsten eingesetzt.

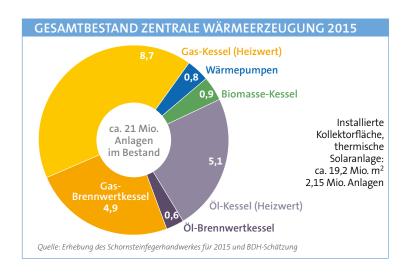
GAS-BRENNWERTKESSEL

Gas-Brennwertkessel werden aufgrund ihrer hohen Energieeinsparpotentiale und gleichzeitig kostengünstigen Anschaffung vorzugsweise eingesetzt. Der Energieinhalt (Brennwert) des eingesetzten Brennstoffes wird nahezu vollständig genutzt. Die Anforderungen der EnEV können in Kombination mit Technologien, die erneuerbare Energie nutzen (z. B. Solarthermie oder Photovoltaik), erfüllt werden.



Elektrische Wärmepumpen weisen aufgrund der hohen Anfangsinvestitionen eine schlechte Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu Gasbrennwertkesseln auf. (IFAM/Prognos 2014)

> Würden alle veralteten Heizk<u>essel</u> in Deutschland durch **Gas-Brennwertkessel** ausgetauscht, würden 40 Mio. t CO₂-Äq. eingespart werden. (EWI, 2014. Potentiale von Erdgas als CO₂-Vermei-dungsoption)



Wärmeerzeugung mit Gas spart Energie und somit CO₂ ein | Es stehen Technologien mit einem breiten Einsatzspektrum

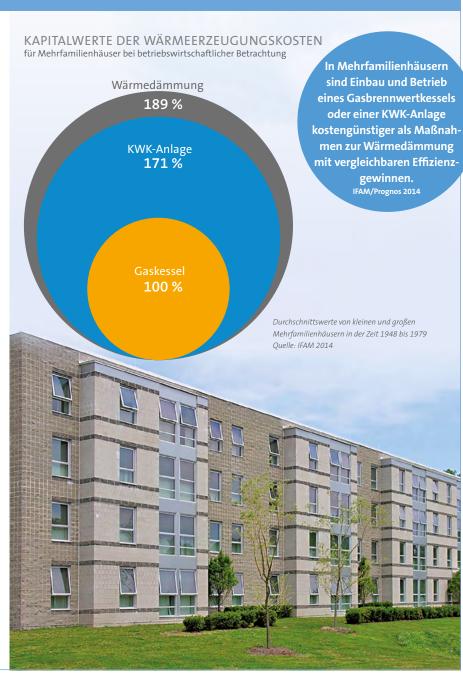
KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG

Klein-KWK-Anlagen stellen eine weitere Alternative zur elektrischen Wärmepumpe dar. Inzwischen sind Klein-KWK-Anlagen in unterschiedlichen Größenordnungen verfügbar, das gilt in erster Linie für die hocheffizienten Brennstoffzellen. In Mehrfamilienhäusern sind Klein-KWK-Anlagen besonders effizient und wirtschaftlich zu betreiben. Zunehmend werden sie aber auch in Ein- bis Zweifamilienhäusern eingesetzt.

Technische Vorteile gegenüber elektrischen Wärmepumpen bestehen darin, dass KWK-Anlagen auch im Gebäudebestand effizient betrieben werden können. KWK-Anlagen benötigen keine Fußbodenheizung – also keinen Austausch von Heizkörpern. Auch hängt der energieeffiziente Betrieb nicht von der Qualität der Gebäudehülle ab.

Wirtschaftliche Vorteile der KWK bestehen in der gleichzeitigen Produktion von Strom, der selbst genutzt oder in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden kann und vergütet wird.

Aufgrund der steigenden Nachfrage nach Klein-KWK-Anlagen prognostizieren das Forschungszentrum Jülich und das Gas- und Wärmeinstitut Essen eine Absenkung der Kosten auf bis zu 40 % im Jahr 2050 im Vergleich zu 2010 (Quelle DVGW).



zur Verfügung | Gasbasierte Wärmeerzeuger sind technisch ausgereift, kostengünstig und wartungsarm

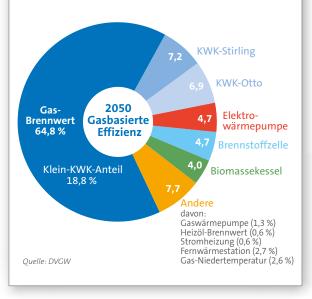
4 | Erreichung der Klimaziele

EINE STRATEGIE FÜR DEN KLIMASCHUTZ

Die Wärmeerzeugung in Gebäuden mit Gas weist Vorteile hinsichtlich der Effizienz, des breiten Einsatzspektrums und der Bezahlbarkeit auf und kann somit einen großen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Um zu ermitteln, wie hoch das Potential der Senkung des Energieverbrauchs – und somit die Einsparung von CO₂ – ist, hat das Forschungszentrum Jülich ein Simulationsmodell von Deutschland auf Basis ihrer Wohngebäudebestands-Datenbank entwickelt (FZJ-Simulationsmodell). Neben Rahmendaten zu Klima und gesellschaftlichen Faktoren beinhaltet das Modell auch Daten zum Zustand des Gebäudebestands (Hansen et al. 2015, BWK 7/8).

Einsatzpotentiale Gasanwendungen in Gebäuden

Unter Berücksichtigung des Lebenszyklus von Heizungssystemen kann der Heizungsbestand in Wohngebäuden signifikant auf hocheffiziente Gastechnologien umgestellt werden. Neben 65 % Brennwertkesseln besteht ein hohes Potential für Klein-KWK in Wohngebäuden von fast 19 % im Jahr 2050 (Quelle: DVGW).



DIE STRATEGIEN

GASBASIERTE EFFIZIENZ

Um das Energieeinsparpotential der Wärmeerzeugung mit Gas anhand des FZJ-Simulationsmodells zu ermitteln, wurde die "Strategie Gas" mit folgenden Parametern definiert:

- · Verstärkte Nutzung gasbasierter Heizungssysteme (KWK 19 %, Brennwert-Kessel 65 %) mit einem verkürztem Erneuerungszyklus von 20 Jahren,
- erhöhter Anteil an erneuerbaren Gasen im Gasmix (2050 bis 47 %) und
- · moderate, aber gezielte, Erhöhung der baulichen Sanierungsrate (ab 2030 von 1 % auf 1,5 %).

Anhand dieser Annahmen wurden der Primärenergiebedarf und die CO₂-Emissionen für das Jahr 2050 ermittelt. Das Ergebnis der Simulationen belegt, dass die Klimaziele der Energieeinsparung in Gebäuden allein durch den verstärkten Einsatz gasbasierter Heizsysteme erreicht werden können.

Bis 2050 könnten mit der Strategie Gas 80 % Primärenergie bzw. 86 % CO₂ eingespart werden. Der Endenergiebedarf der Haushalte zur Raumwärme- und Warmwassererzeugung kann somit bis zum Jahr 2050 um 45 % (264 TWh) reduziert werden. Der Energiebedarf 2050 würde ca. 333 TWh betragen.

Dass mit Gas die Klimaziele erreicht werden können, ist auch das Ergebnis der Enervis-Studie "Klimaschutz durch Sektorenkopplung: Optionen, Szenarien, Kosten" von März 2017, in der unterschiedliche Strategien zur Erreichung der Klimaziele untersucht worden sind.

CO2-Vermeidungskosten Ein aussagekräftiges Instrument zur Beurteilung von Klimaschutzmaßnahmen ist das Konzept der CO₂-Vermeidungskosten, welches die Kosteneffizienz von Maßnahmen berücksichtigt. Werden Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz ergriffen, fallen dabei in der Regel Mehrkosten in Form von Investitionsund Betriebskosten an. Diese Kosten lassen sich ins Verhältnis zur Menge der eingesparten Treibhausgasemissionen setzen, wodurch sich ein Kosten-Nutzen-Verhältnis ergibt. Somit lassen sich verschiedene Maßnahmen miteinander vergleichen und es kann diejenige ermittelt werden, die Treibhausgase am wirtschaftlichsten vermeiden lässt.

FAZIT: Die Klimaziele können auch mit Gas erreicht werden.

WÄRMEDÄMMUNG

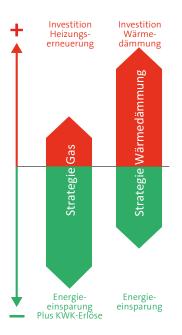
Die "Strategie Wärmedämmung" der Bundesregierung entsprechend des Energiekonzepts sieht folgende Parameter vor:

- Erhöhung der baulichen Sanierungsrate auf 2 %
- Erneuerungszyklus von Heizungssystemen im Standardzyklus von 25 Jahren

Bis 2050 könnten mit der Strategie Wärmedämmung 87 % Primärenergie bzw. 92 % CO₂ eingespart werden.

DIE KOSTEN DER STRATEGIEN

Sowohl durch eine Verdoppelung der baulichen Sanierungsrate als auch durch den Einsatz effizienter gasbasierter Heizungssysteme kann das Klimaziel, 80 % Primärenergie und CO₂ einzusparen, erreicht werden. Allerdings bestehen zwischen den beiden Strate-



gien essentielle Unterschiede hinsichtlich der Kostenbelastung für den Endverbraucher und die Volkswirtschaft. Der Austausch der Heizungsanlage ist mit niedrigeren Kosten verbunden als die Dämmung der Gebäudehülle. Wird die alte Heizung durch eine Klein-KWK-Anlage ersetzt, können durch die Erzeugung von Strom zusätzlich zur Heizenergieeinsparung Kosten durch die Nutzung des Stroms gespart bzw. Einnahmen durch die Vergütung eingespeisten Stroms erzielt werden. (Hansen et al. 2015, BWK 7/8)

Den im Vergleich
zum Heizungstausch höheren
Investitionskosten für Wärmedämmung stehen niedrigere
Energieeinsparung und fehlende
Erlöse durch KWK-Strom gegenüber.
Somit betragen die CO₂Vermeidungskosten der Strategie
Gas nur 1/10 der Strategie
Wärmedämmung.

KUMULIERTE CO₂-VERMEIDUNGSKOSTEN



POTENTIALE VON KLEIN-KWK-ANLAGEN

Ein weiterer Vorteil der "Strategie Gas" ist, dass aufgrund des Zuwachspotentials von Klein-KWK-Anlagen in Gebäuden von fast 19 % nicht nur Wärme, sondern auch Strom erzeugt wird. Anhand des Simulationsmodells wurde ermittelt, inwieweit die Stromerzeugung von Klein-KWK-Anlagen einen Beitrag zur Deckung der Residuallast liefern kann, mit folgendem Ergebnis:

- Durch Klein-KWK-Anlagen im Wohngebäudesektor kann im Jahr 2050 allein der Anteil an der zu sichernden Residuallast bis zu 43 % gedeckt werden.
- Weitere 36 % können durch den Einsatz der KWK für die Nah- und Fernwärmeversorgung gedeckt werden.
 (Hansen et al. 2015, BWK 7/8)

Die verfügbaren effizienten Gastechnologien können sofort eingesetzt werden und somit schnell viel CO₂ einsparen.

5 | Energiewende anders

1. SÄULE : **UMSTIEG AUF ERNEUERBARE STROMVERSORGUNG**

RESTRIKTIONEN

Begrenztes Ausbaupotential von Wind- und Sonnenenergieanlagen

Volatilität der erneuerbaren Stromerzeugung

Räumlich ungleiche Verteilung der erneuerbaren Stromerzeugung

Begrenzte Netzkapazitäten

Keine Langzeitspeicherung möglich

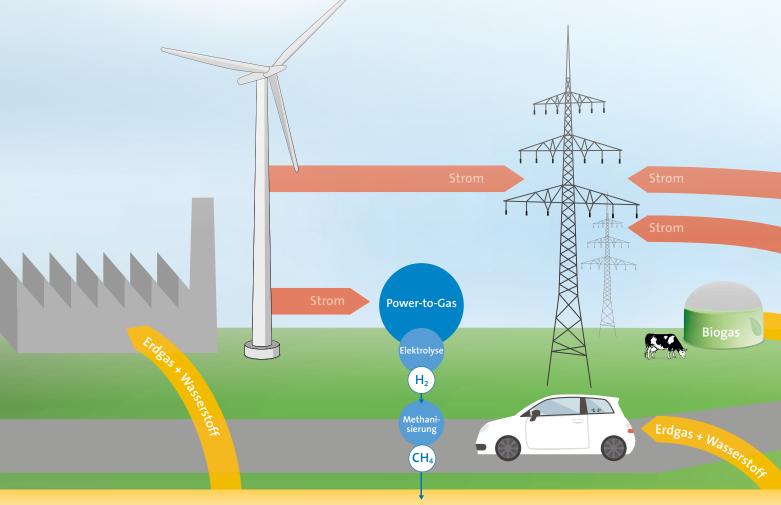
DER ANDERE WEG: UMSTIEG AUF ERNEUERBAREN STROM UND GAS

Mit Gas kann die erneuerbare Stromversorgung unterstützt und somit die **Versorgungssicherheit** gewährleistet werden.

Mit Power-to-Gas und KWK kann Wind- und Sonnenstrom gespeichert sowie flexibel und bedarfsgerecht bereitgestellt werden.

Durch die **Deckung der Residuallast** aus hocheffizienten Gaskraftwerken – vorzugsweise KWK-Anlagen – kann Kohlestrom ersetzt werden.

Der steigende Anteil an **Powergas und biogenen Gasen** trägt zur erneuerbaren Stromerzeugung bei.



2. SÄULE: SENKUNG DES ENERGIEVERBRAUCHS DURCH ERHÖHUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ

RESTRIKTIONEN

Begrenzte technische Machbarkeit und hohe Kosten der Wärmedämmung

Begrenzte direkte Nutzungsmöglichkeiten erneuerbarer Energie zur Wärmeerzeugung

Eingeschränkte Möglichkeiten des effizienten Betriebs von elektrischen Wärmepumpen

DER ANDERE WEG: TECHNOLOGIE-OFFENE ERHÖHUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ

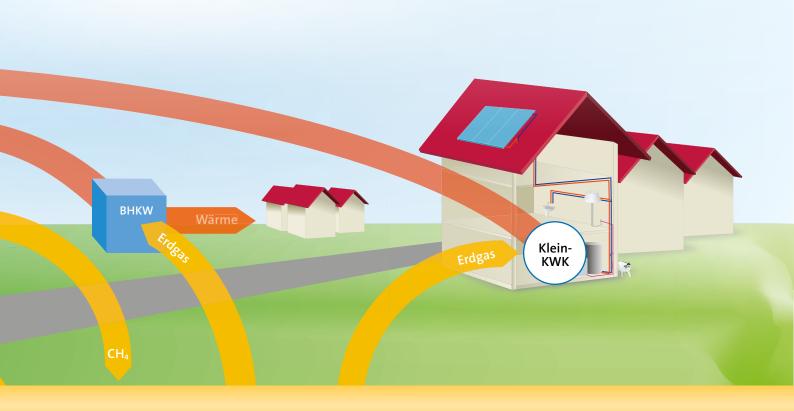
AUCH UNTER WIRTSCHAFTLICHEN GESICHTSPUNKTEN

Den bestehenden Restriktionen der Wärmedämmung und des Einsatzes von Wärmepumpen kann **mit Gas entgegengetreten** werden und das Klimaziel des klimaneutralen Gebäudebestands erreicht werden.

Mit gasbasierten Wärmeerzeugern einschließlich BHKW und Brennstoffzelle kann das Klimaziel des **klimaneutralen** Gebäudebestands erreicht werden.

Durch die Wärmeerzeugung mit Gas können die Klimaziele erreicht werden.

Der Umstieg auf die gasbasierte Wärmeerzeugung kann **sofort** erfolgen und ist mit **geringeren Kosten** verbunden als die Wärmedämmung.



SEKTORENKOPPLUNG MIT GAS

Die Bundesregierung versteht unter Sektorenkopplung die Steuerung von Angebot und Nachfrage an Strom durch Einbeziehung der Sektoren des Wärmemarkts und der Elektromobilität. Gas findet im Klimaschutzplan keine Berücksichtigung.

Doch gerade die Sektorenkopplung von Strom, Gas und deren Nachfrage in den Verbrauchssektoren ermöglicht die sichere und flächendeckende Bereitstellung von Energie zur Deckung des Energiebedarfs zur Wärme- und Kälteerzeugung in allen Verbrauchssektoren.

- Speicherung von Überschussstrom im Gasnetz mit Power-to-Gas
- Hocheffiziente Stromerzeugung in KWK-Anlagen
- Bereitstellung erneuerbarer Gase
- Hocheffiziente Wärmeerzeugung in Haushalten mit Gas
- Bereitstellung von Wasserstoff für Industrie und Verkehr
- Bereitstellung von LNG für Verkehr
- Bereitstellung von Gas für gasabhängige Industrieprozesse

Brennwerttechnik

Brennw

Enervis 2017: "Um die Klimaziele kosteneffizient zu erreichen, gilt es Vorfestlegungen zu vermeiden und Technologieoffenheit sicherzustellen: So stellt die Gasinfrastruktur eine wichtige Flexibilitätsoption für die Flankierung der erneuerbaren Energien dar. Eine dekarbonatisierte Welt mit Power-to-Gaskann volkswirtschaftlich günstiger sein als eine Welt ohne Gas."

Sektorenkopplung mit Gas

unsichtbare Netzstruktur

unbegrenzter Energiespeicher

FAZIT:

Die Gasinfrastruktur entlastet die Stromnetze.

Die Deckung der Residuallast mit gasbasierter KWK ersetzt Kohlekraftwerke.

Mit gasbasierter Wärmeerzeugung können die Klimaziele auch erreicht werden – zu weitaus niedrigeren Kosten als die alleinige Wärmedämmung.

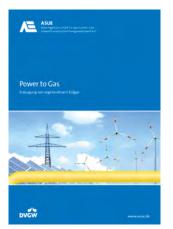
6 Broschüren und Infos



Strom erzeugende Heizung im Ein- und Zweifamilienhaus



Brennstoffzellen für die Hausenergieversorgung Bestellnummer 309619



Power to Gas – Erzeugung von regenerativem Erdgas Bestellnummer 07 10 14



Contracting Bestellnummer 309834



KWK-Gesetz 2017 Bestellnummer 309860



Erdgas-Brennwertsysteme mit solarthermischer Heizungsunterstützung Bestellnummer 09 02 14



CO₂-Vermeidung Bestellnummer 07 01 16



EnEV 2016 – Erdgas-Technologien sind zukunftsfähig Bestellnummer 09 07 16 PDF



Sektorenkopplung: ASUE engagiert sich für eine umfassende Bewertung der technischen und wirtschaftlichen Optionen

Fotonachweis Smileus - Fotolia; Kzenon - Fotolia; Hermann - Fotolia; Jürgen Fälchle - Fotolia; visualpower - Fotolia; Gunnar Assmy - Fotolia; electri-ceye - Fotolia; vulcanus - Fotolia; davehanlon - Fotolia; Thaut Ima-ges - Fotolia; in4mal - Fotolia; Hans Peter Denecke - Fotolia; THensel - Fotolia

Herausgeber

ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. Robert-Koch-Platz 4 10115 Berlin Telefon 0 30 / 22 19 1349-0 info@asue.de

Bearbeitung

Leon Hagemann Jürgen Stefan Kukuk Dr. Claudia Werner

Grafik

Kristina Weddeling, Essen

Bezug

Verlag wvgw Wirtschafts- und
Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH
Josef-Wirmer-Straße 3
53123 Bonn
Telefon 0228/9191-40
info@wvgw.de
www.wvgw.de

Energiewende anders Gedruckte Broschüre Artikelnummer: 30 99 43

Schutzgebühr: 5,51 € / 5,90 € (zzgl. / inkl. 7 % MwSt.)

Download-PDF Artikelnummer: 50 99 43

Schutzgebühr: 4,96 € / 5,90 € (zzgl. / inkl. 19 % MwSt.)

Stand: Mai 2017

Hinweis

Die Herausgeber übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Angaben.

Überreicht durch: