



Auswärtiges Amt



Die deutsche Energiewende



Die deutsche Energiewende

Der Umbau der deutschen Energieversorgung



Die deutsche Energiewende

Liebe Besucherinnen und Besucher,

wir freuen uns, dass Sie sich über eines der wichtigsten Zukunftsprojekte Deutschlands informieren wollen: die Energiewende.

Wir haben uns entschieden, Deutschlands Energieversorgung grundlegend auf erneuerbare Energien umzustellen. Und wir setzen darauf, immer effizienter mit Energie umzugehen. Das lohnt sich wirtschaftlich und Deutschland leistet damit einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz.

Die Energiewende ist unsere Antwort auf die Frage: Wie können wir die Energieversorgung sicher, kostengünstig und nachhaltig gestalten? Sie ist eine einzigartige Chance für den Wirtschaftsstandort Deutschland, soll neue Geschäftsfelder eröffnen, Innovationen anstoßen und Jobs und Wachstum schaffen. Gleichzeitig wollen wir mit ihr unabhängiger von Öl und Gas aus dem Ausland werden und die hohe Lebensqualität in unserem Land sichern.

© Paul Langrock



© iStock/SilviaJansenx

1971

Die Bundesregierung verabschiedet ihr erstes Umweltprogramm.



Warum gibt es diese Ausstellung? Die Bundesregierung wird weltweit sehr oft auf die Energiewende angesprochen. Das Interesse ist so groß, dass „Energiewende“ schon zu einem stehenden Begriff in vielen Sprachen der Welt geworden ist. Das freut uns sehr.

Gleichzeitig sind viele Menschen überrascht, welche Dimensionen das Projekt Energiewende hat und wie viele Aspekte mit ihm verbunden sind. Das bedeutet auch, dass sie nicht von heute auf morgen gelingen kann. Die Energiewende ist ein generationenübergreifender und komplexer Prozess, der vielen verschiedenen Anforderungen genügen muss. Die notwendigen Maßnahmen müssen wohl überlegt sein, damit weder Klimaschutz noch Wohlstand darunter leiden. Deshalb gibt es immer wieder auch Phasen, in denen Fortschritt nur langsam gelingt. Genau diese vielfältigen Aufgaben und Herausforderungen wollen wir in dieser Ausstellung sichtbar machen.

Die Energiewende ist fest eingebettet in einen internationalen Rahmen. Wir suchen den intensiven Austausch mit unseren europäischen Nachbarn wie internationalen Partnern und streben länderübergreifende Kooperationen und Lösungen an. Denn um den globalen CO₂-Ausstoß zu senken, die weitere Erderwärmung zu begrenzen und eine sichere, nachhaltige und bezahlbare Energieversorgung zu schaffen, benötigen wir gemeinsame Lösungen.

Deutschland nimmt mit seiner Energiewende die Verantwortung für die Erde und die Menschen ernst. Wir laden Sie ein, unsere Energiewende lebendig nachzuverfolgen und einzuordnen.

Wir wünschen Ihnen viel Freude und einen anregenden Austausch.

1972

In der süddeutschen Kleinstadt Penzberg entsteht eine der ersten Solarsiedlungen Deutschlands.



Energieeffizienz

Energie einsparen und effizienter nutzen

Effizient mit Strom, Wärme und Kraftstoff umzugehen spart Geld, erhöht die Versorgungssicherheit und schützt das Klima. Deutschland muss einen Großteil seiner Energieträger importieren. Von rund 50 Prozent in den 1970er-Jahren ist der Importanteil des gesamten Energiebedarfs auf fast zwei Drittel angestiegen. Die Energieeffizienz ist daher zusammen mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien die tragende Säule der Energiewende.

Das Bewusstsein für einen effizienten Umgang mit Energie ist in Deutschland über Jahrzehnte gewachsen. Ein wichtiger Auslöser war die erste weltweite Ölkrise im Jahr 1973. Sie führte den Deutschen ihre Abhängigkeit von fossilen Ressourcen vor Augen. Als eine Konsequenz startete die damalige Bundesregierung eine Informationskampagne zum Energiesparen und erließ ein Tempolimit auf Autobahnen. Seitdem sind viele weitere Gesetze verabschiedet und Maßnahmen zur Energieeffizienz erfolgreich umgesetzt worden. Sie zeichnen sich durch drei Elemente aus: gezielte Förderung, Information und Beratung sowie verbindliche Vorgaben zur Senkung des Energieverbrauchs.

© dpa/Westend61/Werner Dieter



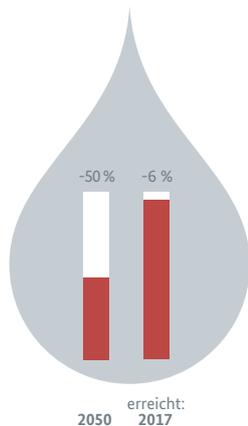
© dpa/Jörg Carstensen

1973

Der Jom-Kippur-Krieg (Okt. 1973) löst weltweit eine Ölkrise aus. Deutschland verordnet vier autofreie Sonntage im ganzen Land, um Energie zu sparen.

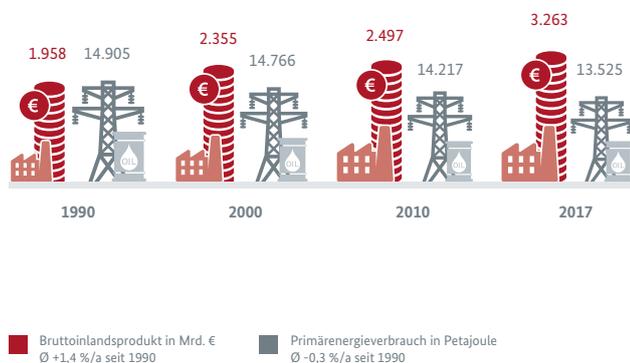
Was Deutschland einsparen will

Einsparziele für Primärenergieverbrauch gegenüber 2008



Die Wirtschaft wächst, der Energieverbrauch sinkt

Entwicklung von Bruttoinlandsprodukt und Primärenergieverbrauch



„Jede nicht gebrauchte Kilowattstunde ist die allerbeste.“

Angela Merkel, Bundeskanzlerin

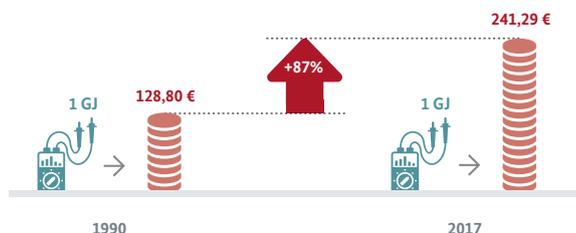
Die Strategie zeigt Erfolg: Deutschlands Energiebedarf ist seit 1990 gesunken, sein Bruttoinlandsprodukt dagegen deutlich gestiegen. So kommt die deutsche Industrie mit mehr als zehn Prozent weniger Energie aus, hat ihre Wirtschaftsleistung aber verdoppelt. Private Haushalte und Unternehmen können dank technischer Fortschritte effizienter mit Energie umgehen. Moderne Haushaltsgeräte verbrauchen bis zu 75 Prozent weniger Strom als vergleichbare Geräte vor 15 Jahren. Außerdem spart es schon Energie, tägliche Gewohnheiten zu verändern. Landesweit sind deshalb zehntausende Energieberater

unterwegs, um Mietern, Hauseigentümern oder Unternehmen mit Energie-Checks Einsparmöglichkeiten aufzuzeigen und über die staatlichen Förderprogramme zu informieren.

Alle Mitgliedstaaten der Europäischen Union haben sich darauf verständigt, ihren Primärenergieverbrauch bis 2020 um 20 Prozent und bis 2030 um mindestens 27 Prozent zu reduzieren. Deutschland möchte seinen Energieverbrauch langfristig halbieren. Dies ist Teil der Verpflichtungen aus dem Pariser Klimaabkommen.

Energieproduktivität deutlich gesteigert

Mit einem Gigajoule Energie wird so viel erwirtschaftet



1975

Das Energiesicherungsgesetz schreibt höhere Energiereserven und ein Tempolimit auf deutschen Straßen fest.



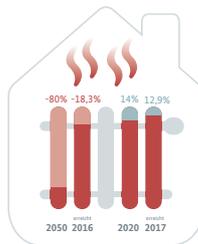
Wärme

Schön warm, erneuerbar und effizient

Der Erfolg der Energiewende hängt auch davon ab, ob der Energiebedarf für Heizung, Raumkühlung und Warmwasserbereitung in Gebäuden zurückgeht. Und davon, inwieweit erneuerbare Energien den verbleibenden Bedarf abdecken. Denn auf den Wärmesektor entfällt über die Hälfte des deutschen Energieverbrauchs. Nahezu zwei Drittel davon nutzen die rund 40 Millionen privaten Haushalte zum Heizen und für warmes Wasser.

Wärmeenergiebedarf senken

Einsparziele beim Wärmeenergiebedarf in Gebäuden



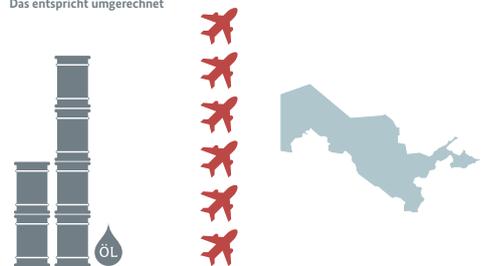
Primärenergiebedarf in Gebäuden (gegenüber 2008)

Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf

2.152 Petajoule

haben die rund 40 Millionen deutschen Haushalte im Jahr 2016 für Heizen und Warmwasser verbraucht

Das entspricht umgerechnet



50 Milliarden Liter Erdöl

dem sechsfachen Energiebedarf der deutschen Luftfahrt pro Jahr

Usbekistans Energiebedarf

Deshalb möchte die Bundesregierung den Primärenergiebedarf an Öl und Gas in Gebäuden bis 2050 um 80 Prozent reduzieren. Dazu muss die Energieeffizienz von Gebäuden deutlich verbessert werden und der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärme- und Kälteversorgung steigen. Bis 2020 sollen Erneuerbare 14 Prozent des Wärme- und Kältebedarfs decken. Deutschland setzt so auch europäische Ziele um: Die aktuelle Gebäuderichtlinie der EU schreibt vor, dass ab dem Jahr 2021 alle Neubauten in Europa Niedrigstenergiehäuser sein müssen, also Gebäude mit einem sehr geringen Energieverbrauch.



1975

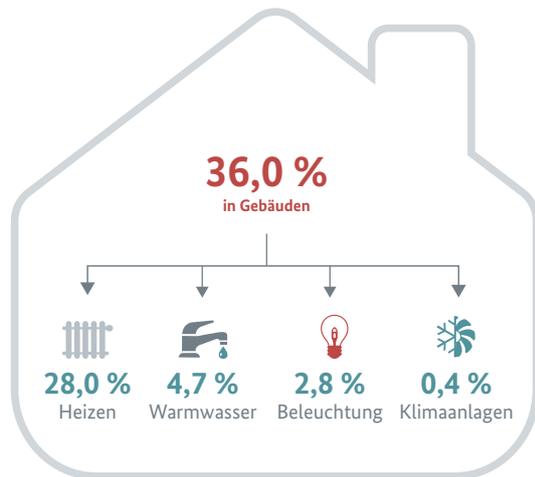
Die Bundesregierung startet eine Informationskampagne zum Energiesparen.

Welches Einsparpotenzial in Gebäuden steckt, hat Deutschland früh erkannt. Bereits 1976 hat die damalige Bundesregierung als Folge der Ölkrise das erste Energieeinsparungsgesetz und anschließend die erste Wärmeschutzverordnung verabschiedet. Diese Vorschriften wurden kontinuierlich weiterentwickelt und an technische Fortschritte angepasst. Seit 2009 müssen nach dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz alle neuen Wohnbauten einen Mindestanteil des Energiebedarfs über erneuerbare Energien decken. Dies ist zum Beispiel möglich mit der Unterstützung einer Gas- oder Ölheizung über Solarthermie oder einem Heizsystem, das ausschließlich erneuerbare Energien nutzt, wie eine Wärmepumpe oder eine Pelletheizung.

ren. Dazu braucht es eine verbesserte Dämmung der Gebäudehülle, die Erneuerung von Bauteilen, eine Modernisierung der Wärme- und Kälteversorgung und optimierte Steuerungstechnik. Allein im Jahr 2015 sind rund 53 Milliarden Euro in die energetische Sanierung investiert worden. Die Bundesregierung fördert diese Sanierungen mit zinsgünstigen Krediten und Zuschüssen. Deutschlands Bürger sparten 2016 fast 500 Euro pro Kopf durch Energieeffizienzmaßnahmen und sind damit weltweiter Spitzenreiter.

So viel Energieverbrauch fällt in Gebäuden an

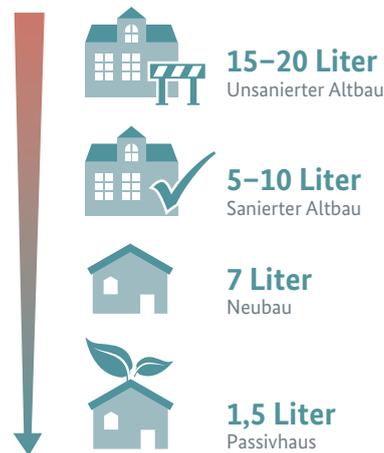
Anteil am gesamten Endenergieverbrauch in Deutschland



Stand: 2016

Neubauten verbrauchen nur ein Zehntel

Jährlicher Heizungsverbrauch in Litern Heizöl je Quadratmeter Wohnfläche für verschiedene Gebäudetypen



Von allen Wohngebäuden in Deutschland sind 70 Prozent älter als 35 Jahre. Sie stammen also aus der Zeit vor Verabschiedung der ersten Wärmeschutzverordnung. Entsprechend sind viele Gebäude nicht ausreichend gedämmt und werden häufig mit veralteten Kesseln und fossilen Energieträgern wie Öl oder Gas beheizt. Der Heizenergiebedarf eines durchschnittlichen deutschen Haushalts liegt bei rund 145 Kilowattstunden pro Quadratmeter Wohnfläche im Jahr, das entspricht etwa 14,5 Litern Erdöl. Hocheffiziente Neubauten benötigen nur ein Zehntel davon. In bestehenden Gebäuden lässt sich der Primärenergiebedarf durch die energetische Sanierung und die Umstellung auf erneuerbare Energien um bis zu 80 Prozent reduzie-

ren. Ein besonderes Augenmerk liegt auf dem Austausch veralteter Heizanlagen und dem Umstieg von fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energien. Beheizten die Deutschen im Jahr 1975 noch gut die Hälfte aller Wohnungen mit Öl, ist es heute nur noch gut ein Viertel. Von den 2016 fertiggestellten, neuen Wohnungen werden 60 Prozent mit erneuerbaren Energien beheizt. Solarthermie-Anlagen, Biomasseheizungen oder Wärmepumpen, die Umgebungswärme nutzen, liefern bereits rund zwölf Prozent des Heizwärmebedarfs. Damit der Austausch schneller vorangeht, fördert die Bundesregierung seit 2000 die Heizungserneuerung.

1977

Mit der Wärmeschutzverordnung macht die Bundesregierung erstmals Vorgaben zur Energieeffizienz von Gebäuden.

**„Der Anfang vom Ende des
Ölzeitalters ist da.“**

Dieter Zetsche, Daimler AG

1979 / 1980

Der Krieg zwischen Iran und Irak löst weltweit die zweite Ölkrise aus.

1984

Das Unternehmen Enercon entwickelt die erste moderne Serien-Windkraftanlage in Deutschland.

Mobilität

Mit Strom fahren

Autos sind Deutschlands wichtigstes Exportgut, die Branche beschäftigt mehr als 750.000 Menschen und ist einer der größten Arbeitgeber. Zugleich gehört der Verkehrssektor zu den großen Energieverbrauchern. Sein Anteil am deutschen Endenergieverbrauch liegt bei rund einem Drittel. Deshalb verstärkt die Bundesregierung ihre Bemühungen, den Verbrauch zu senken.

Erste Erfolge sind sichtbar: So haben sich die im Güter- und Personenverkehr jährlich gefahrenen Kilometer von 1990 bis 2017 ungefähr verdoppelt, der Verbrauch ist im gleichen Zeitraum aber nur um neun Prozent gestiegen.

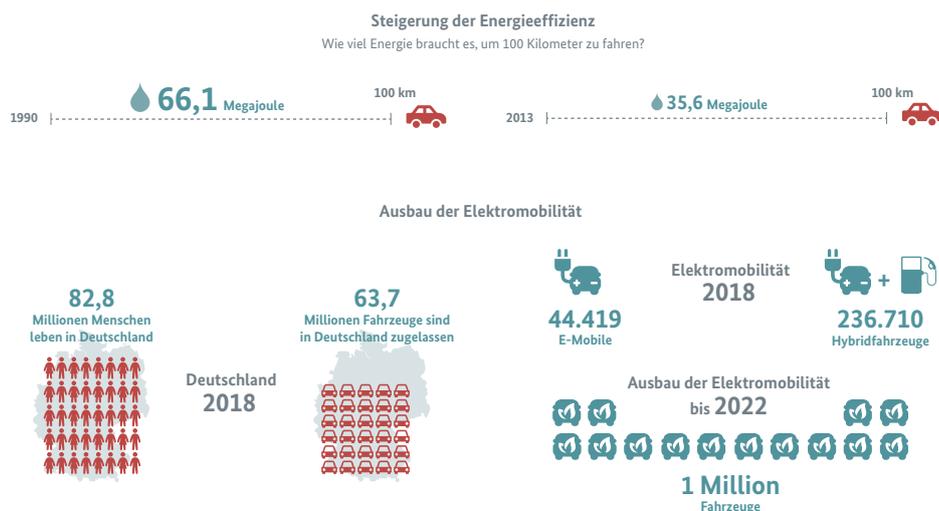
Um noch mehr Energie zu sparen, entwickelt Deutschland effiziente Fahrzeugtechnologien und arbeitet an der Elektrifizierung von Straßenfahrzeugen. Vor allem Personenkraftwagen, Nutzfahrzeuge des innerstädtischen Lieferverkehrs und des öffentlichen Personennahverkehrs sowie Motorräder sollen zu elektrisch betriebenen Fahrzeugen werden. Deshalb fördert die Bundesregierung Markt- und Technologieentwicklung mit vielen Programmen.

Fahrzeuge mit Brennstoffzellen gelten als wichtige Ergänzung der von Batterien gespeisten Elektrofahrzeuge. 1,65 Milliarden Euro staatlicher Fördermittel fließen bis 2019 in Wasserstoff- und Brennstoffzellenprojekte. In einigen deutschen Regionen fahren bereits Wasserstoff-Hybridbusse im öffentlichen Personennahverkehr.

Neben klimafreundlichen Antrieben gewinnen neue Mobilitätskonzepte wie das Car-, Bike- und E-Scootersharing an Bedeutung. Indem sich mehrere Personen ein Fahrzeug teilen, entlasten sie den Straßenverkehr und die Emissionen sinken. Digitale Lösungen, die Verkehrsangebote effizienter gestalten und ein Umstieg aufs Fahrrad helfen zusätzlich. Inzwischen sind in Deutschland mehr als 2,1 Millionen Nutzer bei 150 Carsharing-Anbietern registriert.

Damit die Energiewende auch im Verkehrsbereich erfolgreich ist, sind Veränderungen in vielen Bereichen des täglichen Lebens, der Politik und der Wirtschaft notwendig. Dieser Prozess braucht deshalb Zeit, damit Verkehr nachhaltiger wird ohne gleichzeitig die Mobilität der Bürgerinnen und Bürger einzuschränken.

Deutschlands Ziele und Fortschritte im Verkehrssektor



1986

Im Kernkraftwerk Tschernobyl (Ukraine) ereignet sich ein schwerer Reaktorunfall. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit wird gegründet.

1986

Das erste straßenzugelassene Solarmobil fährt durch Deutschland.



Erneuerbare Energien

Strom aus Wind und Sonne

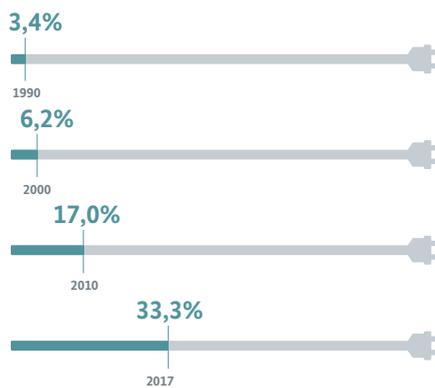
Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist neben der Energieeffizienz die zentrale Säule der Energiewende. Wind, Sonne, Wasserkraft, Biomasse und Geothermie sind heimische und klimafreundliche Energieträger. Sie machen Deutschland unabhängiger von fossilen Brennstoffen und leisten einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz.

Am weitesten fortgeschritten ist die Nutzung erneuerbarer Energien im Stromsektor: Seit dem Jahr 2014 sind erneuerbare Energien die wichtigste Quelle im deutschen Strommix. Sie liefern mehr als ein Drittel des deutschen Verbrauchs. Zehn Jahre zuvor waren es erst neun Prozent. Grundlage dieses Erfolgs ist eine gezielte Förderung. Sie begann 1991 mit dem Strom-einspeisungsgesetz, das erstmals eine feste Vergütung und eine Abnahmepflicht vorgab, um den Markt für die neuen Technologien zu öffnen. Im Jahr 2000 folgte das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) mit den drei Kernelementen: garantierte Einspeisetarife für verschiedene Technologien, vorrangige Einspeisung ins Netz und Verteilung der entstehenden Mehrkosten über ein Umlagesystem an alle Stromverbraucher.

© aleo solar AG / Flo Hagena

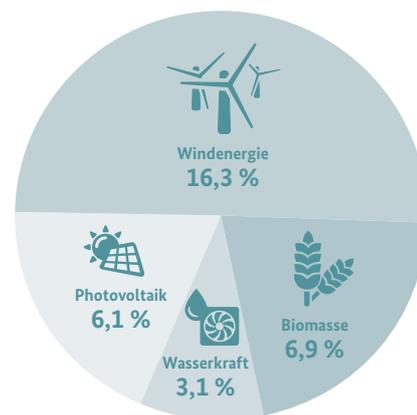
Erneuerbare sind der wichtigste Energieträger im Strommix

Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch



Wind liefert den meisten Erneuerbaren-Strom

Anteile an der Gesamtproduktion erneuerbarer Energien im Jahr 2017



1987

Der erste deutsche Windpark entsteht. Im Windenergiepark Westküste produzieren 30 Anlagen Strom.

1990

Die Bundesregierung startet ein 1.000-Dächer-Programm zur Förderung von Photovoltaikanlagen.

1990

Ost- und Westdeutschland sind wieder vereint.



Erneuerbare Energien stärken Energieerzeugung und Klimaschutz

Kennzahlen für das Jahr 2017



1,7 Millionen
EEG-geförderte
Anlagen zur Stromerzeugung



217 Terawattstunden
Stromerzeugung

Entspricht knapp der gesamten Stromerzeugung in Indonesien



179 Millionen Tonnen
CO₂-Äquivalente vermieden

Entspricht mehr als dem doppelten
Treibhausgas-Ausstoß von Chile im Jahr 2015

Seit Inkrafttreten des EEG sind die jährlichen Investitionen vor allem in neue Windparks und Photovoltaikanlagen, aber auch in Holzkraftwerke und Biogasanlagen kontinuierlich gestiegen. Die hohe Nachfrage ließ einen neuen Wirtschaftszweig entstehen, mit allein in Deutschland mehr als 338.000 Arbeitsplätzen. Und sie stimulierte die effiziente Massenproduktion von Erneuerbare-Energien-Anlagen, was die Anlagenpreise weltweit spürbar sinken ließ. So kostete im Jahr 2014 ein Solarmodul 75 Prozent weniger als fünf Jahre zuvor. Wurde im Jahr 2000 die Kilowattstunde Solarstrom in Deutschland mit umgerechnet rund 50 Eurocent vergütet, sind es heute durchschnittlich zwischen vier und fünf Cent. Sonnenenergie hat sich hierzulande trotz der moderaten Sonneneinstrahlung in Mitteleuropa zu einer bedeutenden Stromquelle entwickelt. Photovoltaikanlagen liefern heute einen Anteil von etwa einem Fünftel des Stroms aus erneuerbaren Energien.

Die derzeit wichtigste Stromquelle aus erneuerbaren Energien ist die Windkraft. Strom aus Windenergieanlagen an Land kostet durchschnittlich nur noch zwischen 1,9 Cent und 2,5 Cent pro Kilowattstunde.

Die Herausforderung für Deutschland ist, den weiteren Ausbau von Wind- und Sonnenenergie so zu gestalten, dass sie bezahlbar bleiben und zur Versorgungssicherheit beitragen. Daher hat die Bundesregierung die Erneuerbare-Energien-Förderung für den Strombereich neu ausgerichtet. Der Ausbau konzentriert sich auf die kostengünstigen Technologien Wind und Solar. Jährliche Ausbaukorridore für die einzelnen Technologien machen ihn besser planbar und steuerbar. Betreiber von Erneuerbaren-Anlagen müssen ihren Strom schrittweise am Markt verkaufen, wie alle anderen Kraftwerke auch. Sie übernehmen so mehr Verantwortung für das Energieversorgungssystem. Seit 2017 wird die Förderhöhe für alle Anlagen mit einer Leistung von mehr als 750 kW über technologiespezifische Ausschreibungen ermittelt. Dies betrifft rund 80 Prozent des jährlichen Zubaus. Der Zubau ist zudem regional unterschiedlich. Überall wo es Engpässe im Stromnetz gibt, fallen die ausgeschriebenen Mengen geringer aus. Mit diesen Maßnahmen kann die Erfolgsgeschichte der erneuerbaren Energien im Stromsektor fortgeschrieben werden. Durch die damit verbundenen Kostensenkungen trägt die Änderung des Förder-systems außerdem dazu bei, dass die wirtschaftlichen Vorteile der Energiewende noch besser genutzt werden können.

1990

Der Weltklimarat (IPCC) veröffentlicht seinen ersten Sachstandsbericht zum Weltklima.

1991

Das Stromeinspeisungsgesetz verpflichtet alle deutschen Energieversorger, Strom aus erneuerbaren Energien abzunehmen, zu vergüten und in das öffentliche Netz einzuspeisen.



Kosten

„Ist die Energiewende nicht viel zu teuer für die Bürger in Deutschland?“

Nein, denn die Energiewende soll auch dafür sorgen, dass Energie künftig bezahlbar bleibt. Gleichzeitig sorgt die Energiewende selbst für Arbeitsplätze und neue Wirtschaftskraft. Ihre beiden Säulen Ausbau erneuerbarer Energien und Energieeffizienz sollen die Abhängigkeit von Energieimporten verringern, die Versorgungssicherheit erhöhen und gewinnbringende Investitionen in Deutschland ermöglichen. Die Energiewende macht sich bezahlt.

Wie viel eine Familie monatlich für Energie ausgibt

Monatliche Ausgaben der Jahre 2003 und 2016 im Vergleich



Im vergangenen Jahrzehnt ist der Rohölpreis stark gestiegen. Eine Folge: Mussten die Bürger Ende des vergangenen Jahrhunderts noch weniger als sechs Prozent ihrer gesamten privaten Konsumausgaben für Energie aufwenden, waren es 2016 bereits etwa 7,5 Prozent.



1992

Die UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio verabschiedet das Leitbild „Nachhaltige Entwicklung“.



Wie viel alle deutschen Privathaushalte für Energie ausgeben

Angaben für das Jahr 2016 in Milliarden Euro



Das entspricht 3% des deutschen Bruttonationaleinkommens.

Der Großteil der Energierechnung der privaten Haushalte in Deutschland entfällt auf Heizung, warmes Wasser, Kochen und Kraftstoffe auf Basis importierter fossiler Energieträger. Nachdem ein Verfall der Ölpreise Ende 2014 auch den Deutschen willkommene Preissenkungen bescherte, steigen die Ölpreise seit 2018 wieder an. Damit bleiben die Kosten unberechenbar. Denn der Preis für fossile Energieträger und deren Verfügbarkeit bleibt abhängig von den Interessen der Lieferanten.

Es stimmt: Das Projekt Energiewende verursacht auch Anschubkosten. Milliarden müssen investiert werden, um eine neue Energieinfrastruktur aufzubauen und Effizienzmaßnahmen umzusetzen. So trug der Ausbau der erneuerbaren Energien dazu bei, dass die durchschnittlichen Strompreise privater Haushalte in Deutschland in den vergangenen Jahren angestiegen sind. Haben die Bürger im Jahr 2007 durchschnittlich rund 21 Eurocent für eine Kilowattstunde bezahlt, sind es heute rund 29 Eurocent. Mit jeder Kilowattstunde Strom beteiligen sich die Bürger an der Finanzierung des Erneuerbaren-Ausbaus über die sogenannte EEG-Umlage.

Diese liegt 2019 bei 6,4 Cent. Was die Bürger am Ende tatsächlich zahlen, hängt aber vom Zusammenspiel verschiedener Preisfaktoren ab. So ist der Börsenstrompreis stark gesunken. Das liegt an den wachsenden Strommengen aus erneuerbaren Energien, die über die Strombörsen veräußert werden. Beide Preiselemente zusammengerechnet, EEG-Umlage und Börsenstrompreis, sind seit vier Jahren rückläufig. Die durchschnittlichen Stromkosten für die privaten Haushalte sind deshalb im gleichen Zeitraum stabil geblieben. Mit der Umstellung auf ein Auktionssystem werden die Kosten für die Förderung erneuerbarer Energien sinken und die Haushalte weiter entlastet.

Für die Bürger ist auch wichtig, dass die deutsche Wirtschaft nicht zu stark belastet wird. Hohe Energiekosten schlagen sich in den Produktpreisen für Verbraucher nieder und beeinflussen die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Aus diesem Grund hat Deutschland besonders energieintensive Unternehmen zum Teil von der EEG-Umlage befreit. Diese Erleichterung ist zugleich mit der Anforderung verbunden, stärker in Energieeffizienz zu investieren.

1994

Europas erstes Elektromobil in Serienfertigung kommt auf den Markt.

1995

In Berlin findet die erste Weltklimakonferenz statt. Die Verhandlungen zur weltweiten Reduktion von Treibhausgasemissionen beginnen.



Klimaschutz

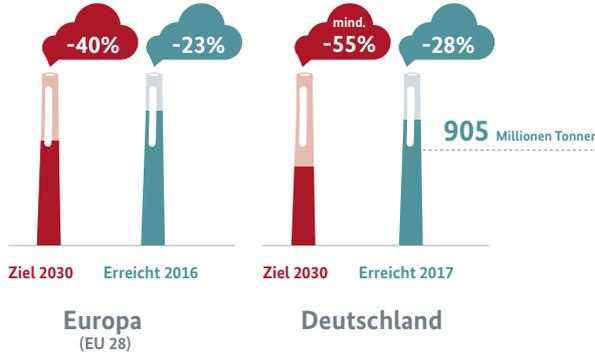
Treibhausgase reduzieren

Die Energiewende ist ein zentraler Bestandteil des Klimaschutzes. Gemeinsames Ziel ist es, die Folgen des Klimawandels für Menschen, Natur und Wirtschaft auf ein nachhaltiges Maß zu begrenzen. Nach Berechnungen des Weltklimarates (IPCC) darf sich die Erde um höchstens zwei Grad Celsius im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter erwärmen. Deshalb darf nur noch eine bestimmte Menge an Treibhausgasen in die Atmosphäre gelangen. Da sich bereits 65 Prozent dieser Menge in der Atmosphäre befinden, sind erhebliche globale und nationale Anstrengungen zur Reduzierung des Treibhausgasausstoßes erforderlich.

Kohlendioxid trägt am meisten zum Klimawandel bei. Es entsteht vor allem bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe. Mehr als ein Drittel aller Treibhausgase in Deutschland und weltweit werden von Kraftwerken ausgestoßen. Die Umstellung auf klimaneutrale Ressourcen wie die erneuerbaren Energien ist deshalb zentrales Element des Klimaschutzes.

Klimaziele und Fortschritte

Geplante und erreichte Reduktion von Treibhausgasen (im Vergleich zu 1990)



Wo die Treibhausgase entstehen

Alle Angaben in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten 2017



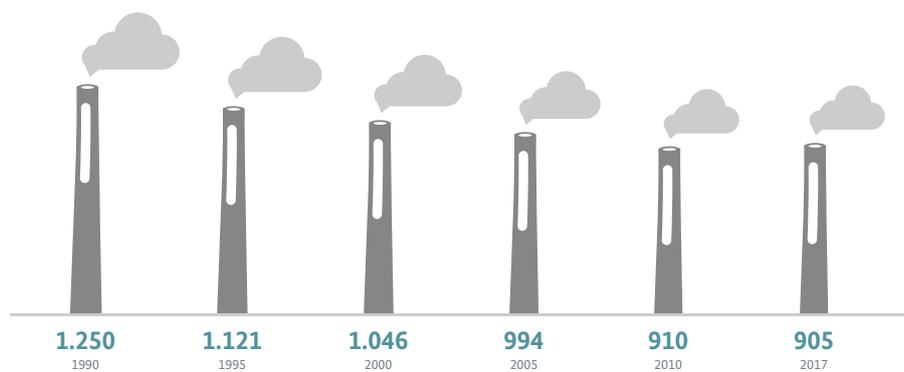
1996

Europa beschließt die Öffnung seiner bislang national und in festen Hoheitsgebieten abgegrenzten Strom- und Gasmärkte. Die EU-Kommission veröffentlicht die erste gemeinsame europäische Strategie zum Ausbau erneuerbarer Energien.



Wie Deutschland den Ausstoß von Treibhausgasen reduziert hat

Alle Angaben in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten



Deutschland hat sich bereits 1997 mit der Unterzeichnung des Kyoto-Protokolls verpflichtet, bis 2012 seine Treibhausgasemissionen um 21 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 zu reduzieren. Seitdem gab es deutliche Fortschritte. 2017 lag der erreichte Rückgang schon bei 28 Prozent. Um eine Milliarde Euro zu erwirtschaften, verursachen die Unternehmen in Deutschland heute nur noch halb so viele Treibhausgase wie 1990.

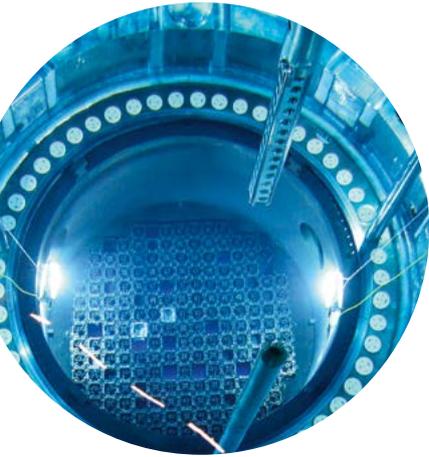
Bis zum Jahr 2030 will Deutschland seine Bemühungen deutlich steigern und den nationalen Ausstoß von Treibhausgasen um mindestens 55 Prozent senken. Bis 2050 sollen die Emissionen sogar um 80 bis 95 Prozent gegenüber 1990 zurückgehen. Diese nationalen Reduktionsziele sind eingebettet in die europäische und internationale Klimaschutzpolitik: Die EU-Staats- und Regierungschefs haben beschlossen, ihre Treibhausgasemissionen bis 2020 um 20 Prozent und bis 2030 um mindestens 40 Prozent zu reduzieren. 195 Staaten weltweit haben im Dezember 2015 das Pariser Abkommen verabschiedet. Mit jeweils eigenen Klimaschutzzielen wollen sie die Erderwärmung im Laufe dieses Jahrhunderts auf deutlich unter 2 Grad begrenzen.

Zentrales europäisches Klimaschutzinstrument ist der Emissionshandel, der eine feste Obergrenze für den gesamten Schadstoffausstoß aller Teilnehmer vorgibt. Er ist verpflichtend für alle großen Verursacher von Treibhausgasen und umfasst einen Großteil der CO₂-Emissionen aus Energiewirtschaft und Industrie. Für jede Tonne Treibhausgas müssen die Unternehmen über Zertifikate in entsprechender Höhe verfügen. Reicht die Menge nicht aus, können sie Emissionszertifikate zukaufen oder in klimaschonende Technologien investieren. So werden CO₂-Emissionen dort vermieden, wo es am günstigsten ist. Bis 2030 soll in allen vom Emissionshandel erfassten Branchen 43 Prozent weniger Treibhausgase ausgestoßen werden als im Vergleichsjahr 2005.

Damit Deutschland seine nationalen Reduktionsziele erreichen kann, hat die Bundesregierung das „Aktionsprogramm Klimaschutz 2020“ und den „Klimaschutzplan 2050“ verabschiedet. Das Aktionsprogramm enthält verschiedene Maßnahmen zur Steigerung von Energieeffizienz und zu einer klimafreundlicheren Gestaltung von Verkehr, Industrie und Landwirtschaft. Im Klimaschutzplan sind langfristige CO₂-Minderungsziele für die einzelnen Branchen wie Energiewirtschaft oder Industrie formuliert.

1997

Das Kyoto-Protokoll zur weltweiten Reduktion von Treibhausgasen wird verabschiedet. 191 Staaten haben das Abkommen seitdem ratifiziert.



Kernkraft

Ausstieg aus der Kernenergie

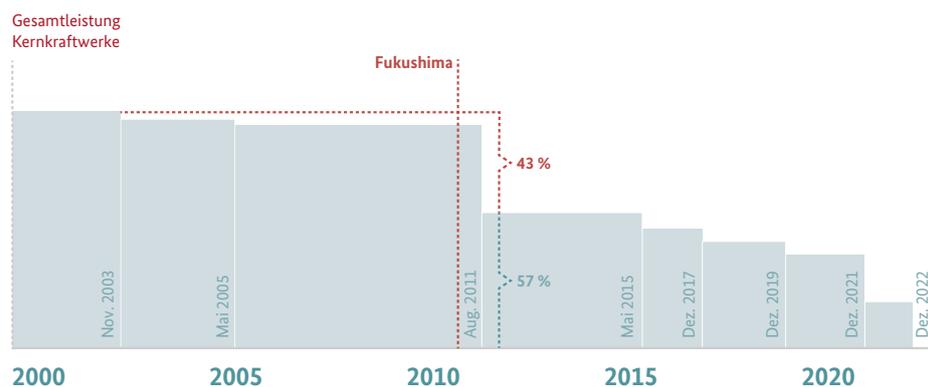
Die Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung löste in Deutschland über Jahrzehnte heftige Kontroversen aus. Für viele Deutsche ist das technologische Risiko schwer einschätzbar, und sie fürchten die möglichen Folgen eines Reaktorunglücks für Mensch, Natur und Umwelt. Der Unfall im ukrainischen Tschernobyl (1986), bei dem auch Teile Deutschlands kontaminiert wurden, bestätigte diese Befürchtungen. Im Jahr 2000 beschloss die Bundesregierung, gänzlich aus der Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung auszusteigen und die Energieversorgung auf erneuerbare Quellen umzustellen. Die gemeinsam mit den Kraftwerksbetreibern getroffene Vereinbarung sah eine Laufzeitbegrenzung für die bestehenden Anlagen und ein Neubauverbot vor.

Im Jahr 2010 wurde diese Regelung modifiziert. Die noch in Betrieb befindlichen Kraftwerke sollten längere Laufzeiten bekommen, um als Brücke zu dienen, bis die erneuerbaren Energien einen kompletten Ersatz bieten. Nach dem Reaktorunfall im japanischen Fukushima im März 2011 nahm die Bundesregierung diese Entscheidung zurück.

Aufgrund der großen Risiken entstehen bei Kernkraftwerken hohe Kosten für Versicherungen und Sicherungsmechanismen. Eine Abkehr von der Kernkraft ist daher auch wirtschaftlich sinnvoll.

Wann werden die Kernkraftwerke abgeschaltet?

Geplante Leistungsreduzierung der deutschen Kernkraftwerke bis Ende 2022



1998

Deutschland verabschiedet ein Gesetz zur Öffnung seines Strom- und Gasmarktes.

2000

Die EU-Kommission veröffentlicht die erste gemeinsame Strategie für erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Klimaschutz in Europa.



Wo gibt es Kernkraftwerke in Deutschland?

Stillgelegte Anlagen und Anlagen in Betrieb

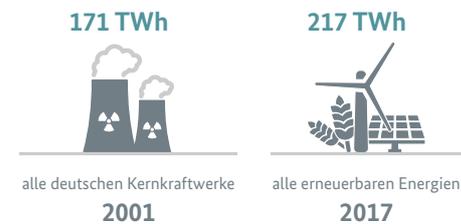


Das deutsche Parlament beschloss mit großer Mehrheit, die Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung so schnell wie möglich zu beenden. Mehrere Kraftwerke mussten die Stromproduktion bereits mit Inkrafttreten des Gesetzes beenden, die verbliebenen Anlagen stellen ihren Leistungsbetrieb sukzessive bis Ende 2022 ein. Derzeit liefern in Deutschland noch sieben Kernkraftwerke Strom. Sie liefern noch etwa ein Achtel der deutschen Stromerzeugung.

Welche Herausforderungen die Kernenergienutzung mit sich bringt, zeigt auch die erforderliche Entsorgung der radioaktiven Abfälle. Um Bevölkerung und Umwelt zu schützen, müssen sie über sehr lange Zeiträume sicher von der Biosphäre getrennt verwahrt werden. Nach Meinung der Experten gelingt dies am besten durch eine Endlagerung in tiefen geologischen Formationen.

Höchste Jahresproduktion in Zahlen

Spitzenwert der jährlichen Stromproduktion in Terawattstunden



Deutschland will seine radioaktiven Abfälle im eigenen Land entsorgen. Doch die Suche nach einem geeigneten Standort für ein Endlager gestaltet sich schwierig. Die Bevölkerung an potenziellen oder bereits erkundeten Standorten reagierte bisher eher ablehnend.

Deshalb geht Deutschland einen neuen Weg und bindet alle Teile der Gesellschaft in ein transparentes und wissenschaftlich basiertes Suchverfahren ein. Bis zum Jahr 2031 soll der Standort für ein Endlager gefunden sein, um insbesondere hoch radioaktive Abfallstoffe zu verwahren. Dieser Standort soll die bestmögliche Sicherheit für einen Zeitraum von einer Million Jahren bieten. Die Endlagerung erhöht deshalb zusätzlich die Kosten für Kernenergie

Für schwach und mittel radioaktive Abfälle verfügt Deutschland bereits über ein genehmigtes Endlager. Die Inbetriebnahme des Standorts Konrad ist für das Jahr 2022 geplant.

2000

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) tritt in Kraft. Es wird zum entscheidenden Treiber für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland.

2000

Die Bundesregierung beschließt den Ausstieg aus der Kernenergie; maximale Gesamtlauzeit einer Anlage: 32 Betriebsjahre.



2002

Die erste Energieeinsparverordnung tritt in Kraft: Sie stellt Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von neuen und bestehenden Gebäuden. Das erste Energieverbrauchszeichnungs-gesetz schafft Transparenz zum Energieverbrauch von Produkten wie Fahrzeugen oder Haushaltsgeräten.

Wirtschaft und Wertschöpfung

„Verlieren durch die Energiewende nicht viele Menschen ihre Arbeit?“

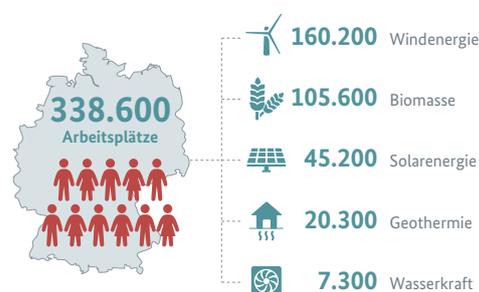
Hohe Investitionen in neue Anlagen aller erneuerbaren Energien

Jährliche Investitionen in Erzeugungsanlagen in Deutschland, in Mrd. €



So viele Jobs bieten die erneuerbaren Energien

Arbeitsplätze in Deutschland, 2016



Nein, im Gegenteil. Die Energiewende zahlt sich auch aus wirtschaftlicher Sicht aus: Sie reduziert Umweltbelastungen und den Ausstoß von Treibhausgasen, fördert Innovationen, erhöht die Wertschöpfung in Deutschland und sie vermeidet Kosten für Energieimporte. Beim Ausbau der erneuerbaren Energien oder bei der Sanierung von Gebäuden verbleibt ein Großteil der Umsätze vor Ort. Denn die arbeitsintensiven Aufgaben wie Installation oder Wartung übernehmen Unternehmen aus den Regionen selbst.

Durch den Ausbau der erneuerbaren Energien und die Investitionen in Energieeffizienz entstehen neue Berufsbilder und Arbeitsplätze in Zukunftsbranchen. So sind allein durch die verschiedenen Maßnahmen zur Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe sowie Gebäude-

sanierung mehr als 560.000 Arbeitsplätze hinzugekommen. Und die Investitionen in erneuerbare Energien haben die Beschäftigtenzahl in diesem Sektor binnen zehn Jahren mehr als verdoppelt.

Diese neuen Arbeitsplätze lösen zum Teil Jobs in Industriesektoren ab, die stark von fossilen Rohstoffen geprägt sind – vor allem in der Förderung von Öl, Gas und Kohle sowie in der Stromerzeugung. Hinzu kommen generelle strukturelle Veränderungen. So erhöht beispielsweise die Öffnung der Energiemärkte in Europa den Wettbewerb, und das verlangt von den Unternehmen mehr Effizienz. All diese Faktoren zusammen führen auch zu einer Anpassung der Arbeitsplätze. Die Beschäftigtenzahl in Unternehmen der konventionellen Energiewirtschaft ging deshalb in den vergangenen Jahren zurück.

2003

Europa beschließt einen verbindlichen Handel mit Emissionsrechten für Treibhausgase.

2004

Inzwischen arbeiten 160.000 Menschen in der Erneuerbare-Energien-Branche in Deutschland.



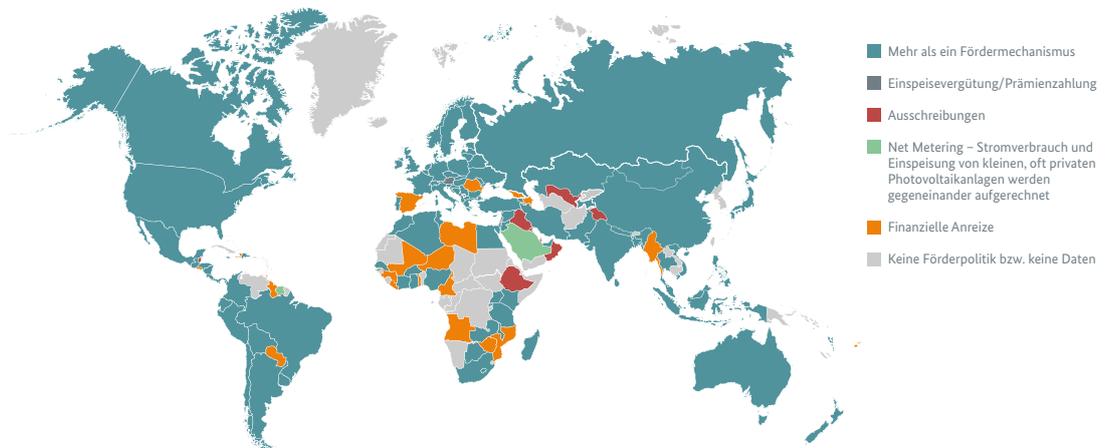
Energiewende international

„In Deutschland mag die Energiewende funktionieren – aber was ist mit wirtschaftlich schwächeren Nationen?“

Die Energiewende ist kein Luxus, sondern sie unterstützt eine nachhaltige und wirtschaftlich erfolgreiche Entwicklung. Denn die Energiewende ist ein Innovationstreiber, der Wachstum, Wohlstand und Beschäftigung in zukunftsträchtigen Branchen fördert. Deshalb ist es kein Wunder, dass inzwischen im Prinzip alle Länder der Welt ihr Energiesystem nachhaltiger gestalten wollen.

Fast alle Länder wollen erneuerbare Energien ausbauen

Länder mit politischen Instrumenten und Ausbauzielen für erneuerbare Energien



Die Preise für innovative Erneuerbaren-Technologien, wie Wind und Solar, sind in den letzten Jahren weltweit stark gesunken. Dazu haben frühzeitige Investitionen in Forschung und Entwicklung sowie die Förderung der erneuerbaren Energien bei der Markterschließung in verschiedenen Industrieländern, allen voran Deutschland, erheblich beigetragen.

Dank der gesunkenen Investitionskosten und ohnehin geringer Betriebskosten sind erneuerbare Energien in einigen Regionen der Welt schon heute ohne Subventionen konkurrenzfähig. In Nord- und Südamerika liefern Windparks und große Solarenergieanlagen beispiels-

2005

Der europäische Emissionshandel startet. Alle EU-Staaten nehmen teil.

2007

Die EU verabschiedet ein Energie- und Klimapaket für das Jahr 2020 mit verbindlichen Zielen für den Ausbau der erneuerbaren Energien, Klimaschutz und Energieeffizienz.

2007

Louis Palmer beginnt eine Weltumrundung mit dem „Solartaxi“. Das Auto ist nur mit Solarenergie versorgt. 18 Monate dauert die Reise.



weise günstigeren Strom als neue fossile Kraftwerke. Länder wie China, Brasilien, Südafrika oder Indien sind führend beim Ausbau der Erneuerbaren. Ihre Verbreitung ist teilweise dadurch erschwert, dass Länder fossile Brennstoffe bezuschussen, um Verbraucherpreise niedrig zu halten. Mit rund 325 Milliarden Dollar jährlich liegen diese Subventionen mehr als doppelt so hoch wie die Förderbeiträge für erneuerbare Energien. Würden diese Gelder stattdessen für Programme zur Verbesserung der Energieeffizienz eingesetzt,

In Regionen mit schwach entwickelter Infrastruktur, wo Strom mit Dieselgeneratoren teuer erzeugt werden muss, sind die Erneuerbaren ebenfalls die preiswertere Alternative. Solarkraftwerke und Windparks lassen sich in relativ kurzer Zeit installieren; sie benötigen weit kürzere Planungsphasen und Bauzeiten als Kohle- oder Kernkraftwerke. Damit bieten sie vielen Menschen überhaupt erst Zugang zu elektrischer Energie. Auch deshalb haben sehr viele Länder Förderprogramme für erneuerbare Energien aufgelegt.

Wo stehen weltweit die meisten Anlagen?

Kapazität der Anlagen zur Stromerzeugung bis 2017



stünde hierfür das Dreifache an Mitteln zur Verfügung. Als heimische Ressourcen verringern erneuerbare Energien die Abhängigkeit von Energieimporten sowie von den volatilen Marktpreisen für fossile Energieträger. Sie können wesentlich dazu beitragen, den wachsenden Energiebedarf in Schwellen- und Entwicklungsländern zu decken, ohne steigende Treibhausgas-Emissionen oder lokale Umweltschäden zu verursachen.

Deutschland setzt sich weltweit für eine nachhaltige, innovative und bezahlbare Energiepolitik ein und gibt seine Erfahrungen mit der Energiewende weiter. So besteht eine enge Zusammenarbeit mit den europäischen Nachbarn und internationalen Partnern. Deutschland bringt sich aktiv ein in multilaterale Gremien und Organisationen und unterhält eine Vielzahl bilateraler Energiepartnerschaften mit Ländern wie Indien, China, Südafrika, Marokko, Nigeria oder Algerien.

2008

Deutschland führt den Gebäudeenergieausweis ein: Er informiert über den Energieverbrauch und die energetische Qualität von Gebäuden. Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz schreibt für Neubauten einen bestimmten Anteil aus erneuerbaren Quellen zur Wärmeerzeugung vor.

2009

75 Staaten gründen die Internationale Agentur für Erneuerbare Energien (IRENA).

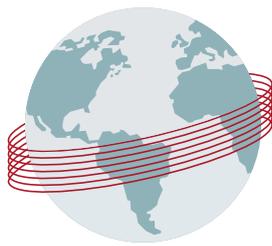


Stromnetz

Ein intelligentes Netz

Die Energiewende braucht eine moderne und leistungsfähige Infrastruktur. Deshalb müssen die Leitungen für Strom ausgebaut und das gesamte System flexibler werden. Wenn die deutschen Kernkraftwerke abgeschaltet sind, übernehmen vor allem erneuerbare Energien aus dem Norden und Osten Deutschlands die Stromerzeugung. Im Süden des Landes wird diese Energie gebraucht. Dort müssen Kernkraftwerke ersetzt werden, wo viele Menschen leben und große Industriebetriebe angesiedelt sind. Neue Stromautobahnen mit besonders effizienter Technik sollen deshalb Windstrom aus Nord- und Ostdeutschland direkt in den Süden transportieren.

Das deutsche Stromnetz ist 1,8 Millionen Kilometer lang



Das entspricht
45
Erdumrundungen auf Äquatorhöhe

Wo das Stromnetz ausgebaut wird

Geplante neue Leitungen im deutschen Höchstspannungsnetz



Zweiter Treiber des Netzausbaus in Deutschland ist der europäische Binnenmarkt für Energie. Damit Strom in ganz Europa ungehindert fließen kann und für die Verbraucher günstiger wird, braucht Europa eine starke Infrastruktur in den Ländern und über die Landesgrenzen hinweg. Die europäischen Übertragungsnetzbetreiber legen dazu alle zwei Jahre einen gemeinsamen Netzentwicklungsplan vor. Alle deutschen Vorhaben sind darin enthalten.

2009

Das Energieleitungsausbaugesetz (ENLAG) beschleunigt die Genehmigung von neuen Höchstspannungsleitungen.

2010

Die Bundesregierung verabschiedet ein Energiekonzept mit einer langfristigen Strategie zur Energieversorgung Deutschlands bis zum Jahr 2050.

„Die Energiewende ist Deutschlands ‚Man to the moon‘-Projekt.“

Frank-Walter Steinmeier, Bundespräsident

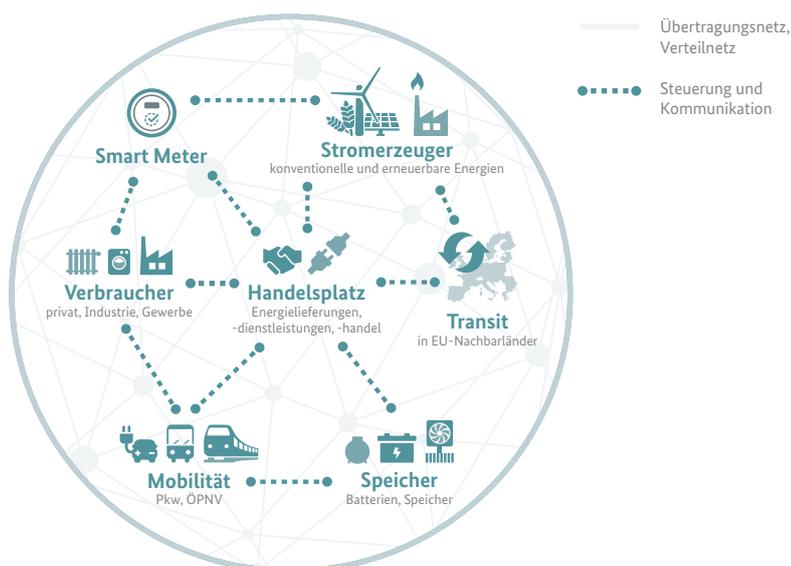
Welche Stromleitungen Deutschland braucht, ermitteln die verantwortlichen Netzbetreiber in einem eigenen Verfahren, bei dem sie 10 bis 20 Jahre vorausschauen. Ihre Vorschläge prüft eine staatliche Behörde, die Bundesnetzagentur, in einem mehrstufigen Prozess unter intensiver Beteiligung der Öffentlichkeit. Sie wägt im Dialog ab, welche Lösung den Bedürfnissen von Menschen, Umwelt und Wirtschaft am besten gerecht wird.

Auch das Verteilnetz muss für die Energiewende fit gemacht werden. Ursprünglich war es nur für die Feinverteilung des Stroms zu den Verbrauchern gedacht. Es funktionierte wie eine Einbahnstraße. Heute speisen fast alle Solaranlagen und viele Windturbinen ihren

Strom in das Verteilnetz ein. Was vor Ort nicht gebraucht wird, fließt in die Gegenrichtung. Außerdem schwankt die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien witterungsbedingt. Bei Sonnenschein erzeugen Solaranlagen viel Strom, bei Bewölkung sinkt ihre Leistung schnell ab. Damit die Verteilnetze auch bei unsteter Produktion stabil bleiben, müssen sie zu intelligenten Netzen weiterentwickelt werden. In einem solchen „Smart Grid“ kommunizieren alle Akteure miteinander: von der Erzeugung über den Transport, die Speicherung und die Verteilung bis hin zum Endverbraucher. Stromerzeugung und -verbrauch lassen sich so besser aufeinander abstimmen und kurzfristig anpassen.

Wie ein Smart Grid funktioniert

Vereinfachte Darstellung von Akteuren, Infrastruktur und Kommunikationswegen



2010

Die EU verabschiedet eine Gebäuderichtlinie. Ab 2021 sollen alle Neubauten Niedrigstenergiegebäude sein.

2010

Die Deutsche Energie-Agentur veröffentlicht eine Studie zum nötigen Stromnetzausbau für einen Anteil von rund 40% erneuerbare Energien in Deutschland.



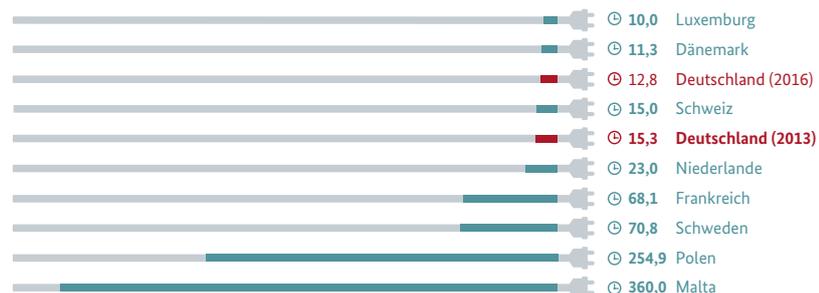
Versorgungssicherheit

„Bei so viel Wind- und Sonnenstrom kann die Versorgung doch nicht mehr sicher sein?“

Die Deutschen können sich darauf verlassen, auch in Zukunft verlässlich Strom zu bekommen. Die Energieversorgung in Deutschland zählt weltweit zu den besten. In den 8.760 Stunden eines Jahres fällt der Strom durchschnittlich nur 12,8 Minuten aus. Dieser Wert hat sich in den vergangenen Jahren trotz des steigenden Anteils an Wind- und Sonnenstrom sogar verbessert.

Stromausfälle sind in Deutschland sehr selten

Durchschnittliche Unterbrechungsdauer der Stromversorgung in Minuten, 2013



Stromausfälle sind selten auf Schwankungen in der Stromproduktion zurückzuführen. Meist sind sie von außen oder durch menschliche Fehler verursacht. Das war auch beim letzten größeren Blackout in Teilen Deutschlands am 4. November 2006 der Fall. Ursache für den stundenweisen Stromausfall war die gezielte Abschaltung einer Leitung. Das führte zu einer Überlastung anderer Leitungen und zu einer Kettenreaktion im europäischen Stromnetz. Seit diesem Ereignis sind die Sicherheitsmechanismen in Deutschland und den europäischen Nachbarländern noch weiter verbessert worden.

Um Engpässe zu vermeiden, hat Deutschland beispielsweise eine feste Reserve an zusätzlichen Kraftwerken eingerichtet. Sie sind besonders in den Wintermonaten wichtig. Denn zu dieser Jahreszeit ist der Verbrauch besonders hoch, und die deutschen Windenergieanlagen produzieren den meisten Strom. Sollten die Stromnetze zu stark belastet sein, weil viel Strom von Norden nach Süden fließt, müssen im Süden die Reservekraftwerke einspringen.

2011

Im japanischen Fukushima ereignet sich ein schwerer Unfall in einem Kernkraftwerk. Deutschland beschließt den beschleunigten Ausstieg aus der Kernenergie zur Stromerzeugung bis 2022. Acht alte Anlagen werden sofort abgeschaltet.

2011

Die EU-Kommission veröffentlicht die „Energy Roadmap 2050“ mit einer langfristigen Strategie zu Klimaschutz und Energieversorgung in Europa.



Erneuerbare Energien stellen bereits heute stundenweise einen Anteil von über 60 Prozent der deutschen Stromversorgung. Diese Werte werden in den nächsten Jahren weiter ansteigen. Hierbei ergänzen sich die verschiedenen erneuerbaren Energien. Modellversuche haben gezeigt, dass sich die Produktion aus den jeweiligen Anlagen kombinieren lässt und sie dann zusammen viel verlässlicher Strom liefern. In Phasen der „Dunkelflaute“, wenn weder die Sonne scheint noch der Wind weht, springen flexible konventionelle Kraftwerke ein. Vor allem Gaskraftwerke eignen sich dafür, aber auch Pumpspeicherkraftwerke und Bioenergieanlagen können schnell Strom liefern. Mittel- bis langfristig sollen solche Zeiten auch durch Speicher überbrückt werden.

Eine wichtige Rolle spielen die Stromverbraucher selbst. Sie können Anreize bekommen, eher dann Strom zu verbrauchen, wenn viel zur Verfügung steht, etwa in Starkwindzeiten. Großverbraucher

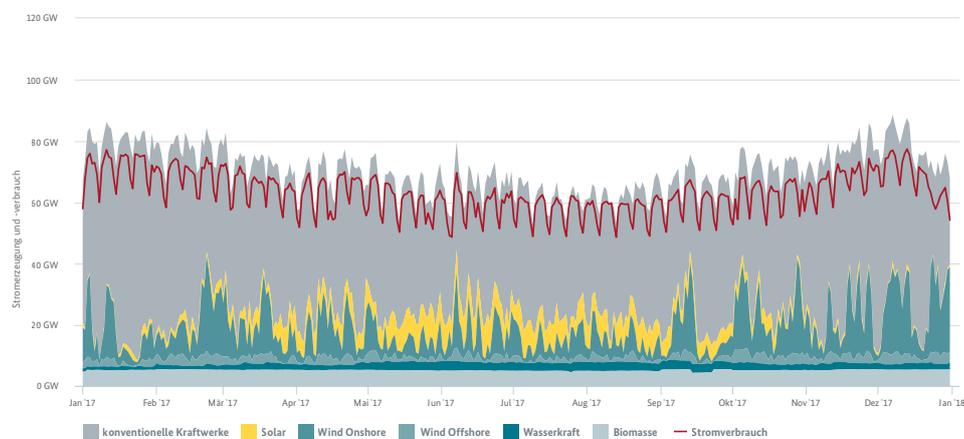
wie Fabriken oder Kühlhäuser können so das Gesamtsystem spürbar entlasten.

Die große Aufgabe ist es, den Strommarkt neu so zu organisieren. Deutschland hat dazu einen Reformprozess begonnen und erste Schritte umgesetzt. Ein wichtiges Merkmal ist Flexibilität. Alle Akteure am Strommarkt müssen möglichst gut auf die schwankende Stromerzeugung von Wind und Sonne reagieren. Gleichzeitig brauchen die Netze Wettbewerb zwischen den verschiedenen Ausgleichsmöglichkeiten, um die Gesamtkosten niedrig zu halten.

Nicht zuletzt führt das Zusammenwachsen der bislang getrennten regionalen Strommärkte in Europa und der grenzüberschreitende Netzausbau zu mehr Stabilität und Flexibilität auch in Deutschland.

Wie die Produktion aus erneuerbaren Energien schwankt

Stromproduktion aller Energieträger und Stromverbrauch in Deutschland im Jahresverlauf 2017



2012

Das Kyoto-Protokoll wird auf der Klimakonferenz von Doha bis 2020 verlängert.

2013

Deutschland verabschiedet das erste Bundesbedarfsplangesetz zum nötigen Ausbau des Stromübertragungsnetzes.



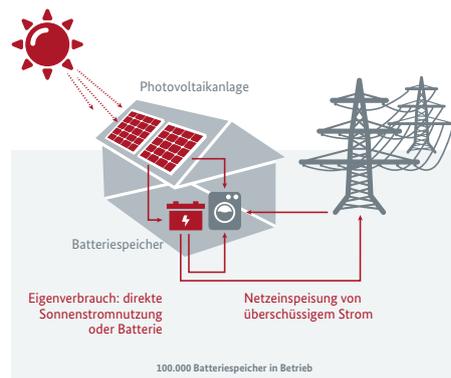
Speicher

Energie auf Vorrat

Im Jahr 2050 sollen 80 Prozent des Stroms aus erneuerbaren Energien kommen, größtenteils von Windkraft- und Photovoltaikanlagen. Wenn dann in Deutschland plötzlich weder die Sonne scheint noch der Wind weht, braucht es ein Stromsystem, das sich schnell und flexibel an solche Situationen anpassen kann. Eine Möglichkeit sind Energiespeicher. In Zeiten mit viel Wind und Sonne können sie Strom aufnehmen. Den geben sie je nach Bedarf auch in Zeiten von Flaute, Dunkelheit und bedecktem Himmel wieder ab.

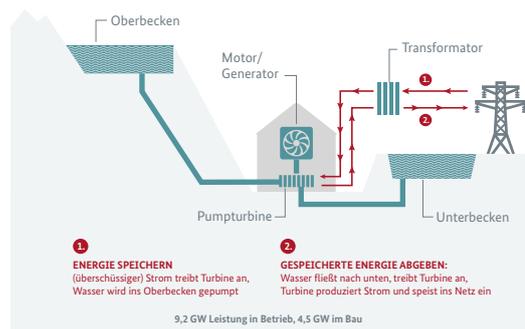
Der Speicher im eigenen Haus: Batterien

Kombination von Photovoltaikanlage und Batterie für Eigenverbrauch und Netzeinspeisung



Natürliche Reservoirs nutzen: Pumpspeicher

Aufbau eines Pumpspeichersystems



Es gibt zahlreiche Speicherlösungen: Kurzzeitspeicher wie Batterien, Kondensatoren oder Schwungradspeicher können innerhalb eines Tages mehrfach elektrische Energie aufnehmen und abgeben. Sie bieten aber nur eine begrenzte Kapazität.

Um Strom über einen längeren Zeitraum zu speichern, werden in Deutschland insbesondere Pumpspeicherwerke genutzt. Etwa neun Gigawatt Pumpspeicherleistung sind derzeit an das deutsche Netz angeschlossen, wobei ein Teil der Anlagen in Luxemburg und Österreich steht. Damit hat Deutschland die größten Kapazitäten in der Europäischen Union, kann diese aber nur begrenzt ausbauen. Deshalb gibt es eine intensive Zusammenarbeit mit Ländern, die über große Speichermengen verfügen. Das sind vor allem Österreich, die Schweiz und Norwegen.

2013

Das erste vollständig neu entwickelte Auto mit reinem Elektroantrieb wird in Großserie in Deutschland produziert.

2013

Die weltweit erste Power-to-Gas-Anlage im industriellen Maßstab geht in Deutschland in Betrieb.

2014

Deutschland reformiert das Erneuerbare-Energien-Gesetz. Es enthält erstmals jährliche Ausbauziele und forciert die Marktintegration.



Eine weitere Alternative, um Energiemengen längerfristig aufzunehmen, sind Druckluftspeicher. Hier wird mit überschüssiger Energie Luft in unterirdische Speicher gepresst, etwa in Höhlen von Salzstöcken. Bei Bedarf treibt die Druckluft dann einen Generator an und erzeugt so wiederum Strom.

Noch vielversprechender als Konzept zur Langzeitspeicherung erscheint Power-to-Gas. Dabei wird Strom aus erneuerbaren Energien per Elektrolyse in Wasserstoff oder synthetisches Erdgas umgewandelt. Die Vorteile: Wasserstoff oder Erdgas lassen sich speichern, direkt nutzen oder ins Erdgasnetz einspeisen. Sie lassen sich leicht transportieren und flexibel verwenden. Kraftwerke können sie bei Bedarf wieder in Strom und Wärme verwandeln, Endverbraucher damit kochen, heizen oder ein Fahrzeug betreiben.

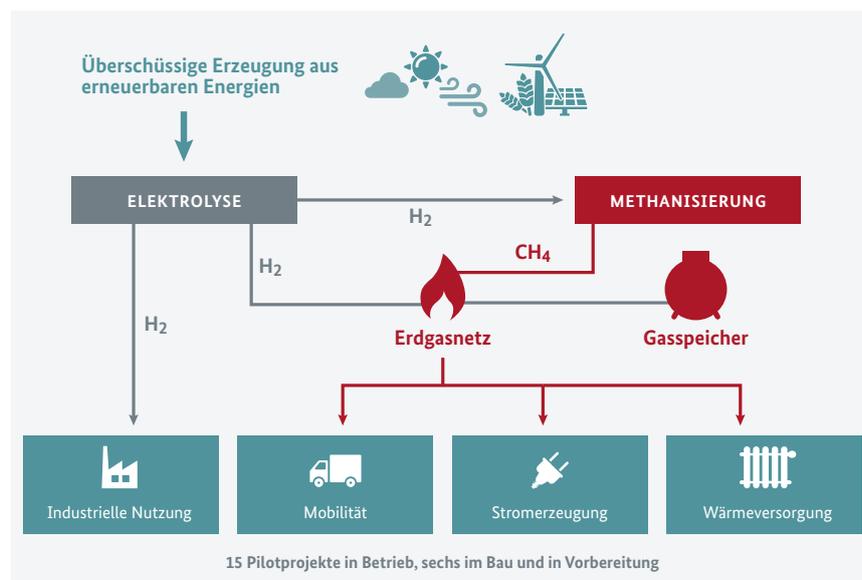
Die Bundesregierung treibt deshalb Forschung und Entwicklung voran, um die Kosten für Energiespeicher zu senken. Seit 2011 gibt es die Förderinitiative „Speicher“. Zudem fördert die Bundesregierung

seit 2013 kleine, dezentrale Speicher in Verbindung mit Photovoltaikanlagen. Ein neues Anwendungsfeld für Batterien ist der schnelle Ausgleich kleinerer Ungleichgewichte im Stromnetz. Damit können auch Elektroautos, die gerade nicht benutzt werden, einen Beitrag zur Stabilität der Stromversorgung leisten. Die Markteinführung solcher Batteriesysteme soll Forschung und Innovation ankurbeln und Kosten reduzieren.

In den kommenden Jahren wird der Bedarf an Stromspeichern insbesondere für den Einbau in elektrischen Fahrzeugen wachsen. Günstige Systemkosten für alle Speichertechnologien im Stromnetz sind erst langfristig bei sehr hohen Anteilen an erneuerbaren Energien zu erwarten. Kurz- bis mittelfristig ist es preiswerter, auf andere Maßnahmen zu setzen, zum Beispiel den Ausbau der Stromnetze oder die gezielte Steuerung von Erzeugung und Verbrauch für einen effizienten Energieeinsatz.

Strom in Gas umwandeln

Funktionsprinzip von Elektrolyse und Methanisierung sowie mögliche Nutzungen



2014

Die EU beschließt Energie- und Klimaziele für das Jahr 2030: Reduktion von Treibhausgasen um 40 Prozent, Anteil Erneuerbare von mindestens 27 Prozent und Senkung Energieverbrauch um mindestens 27 Prozent.

2014

Deutschland verabschiedet den Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz und startet das „Aktionsprogramm Klimaschutz 2020“. Mit einem Anteil von 27,4 Prozent am Stromverbrauch sind die erneuerbaren Energien erstmals der wichtigste Energieträger in Deutschland.



Bürger und Energiewende

„Und was haben die Bürger von der Energiewende?“

Die Energiewende kann nur dann erfolgreich sein, wenn sie von der Bevölkerung mitgetragen wird. Und das hängt wesentlich davon ab, dass Energie für die privaten Verbraucher bezahlbar bleibt. Die Bürger können aber auch unmittelbar vom Umbau der Energieversorgung profitieren. So lassen sich viele beraten, wo sie zu Hause am meisten Energie einsparen können.

Wenn sie eine alte Heizungsanlage austauschen oder ihr Haus sanieren, nutzen sie dafür zinsgünstige Kredite und staatliche Fördergelder. Wenn sie eine neue Wohnung mieten möchten, bekommen sie automatisch Informationen über den Energieverbrauch und die damit verbundenen Kosten. Und wenn sie eine neue Waschmaschine, einen Computer oder eine Lampe kaufen wollen, erkennen sie an einem Label, wie energieeffizient das jeweilige Produkt ist.

Wie viele Anlagen sind in Bürgerhand?

Anteile an der installierten Leistung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung nach Eigentümergruppen



42 %
Bürger

(Einzelseigentümer,
Bürgerenergiegesellschaften, Bürgerbeteiligungen)



16 %
Energieversorger



41 %
Investoren

(institutionelle und strategische Investoren)



2015

Die Weltklimakonferenz tagt in Paris. 195 Staaten beschließen die Erderwärmung auf maximal 2 Grad zu begrenzen.

2016

Am 4. November tritt das Pariser Klimaabkommen in Kraft. Deutschland stellt die Förderung erneuerbarer Energien um: Ab 2017 gibt es Ausschreibungen für alle Technologien.



Auch im klassischen Energiegeschäft sind die Bürger aktiv. Strom und Wärme erzeugen nicht mehr nur kleine oder große Energieversorger, sondern die Bürger selbst. Sie besitzen Solaranlagen, beteiligen sich an Windparks oder betreiben Biogasanlagen. Von mehr als 1,5 Millionen Photovoltaikanlagen in Deutschland sind viele auf den Dächern von Einfamilienhäusern installiert. An rund der Hälfte aller Windenergieanlagen Deutschlands sind Bürger finanziell beteiligt. Bei der Bioenergie stemmen Bauern nahezu die Hälfte aller Investitionen.

Wer nicht die Möglichkeit hat, selbst eine Erneuerbaren-Anlage zu bauen oder alleine zu finanzieren, kann sich mit anderen zusammenschließen. So gibt es etwa knapp 850 Energiegenossenschaften mit über 180.000 Mitgliedern, die gemeinsam in Energiewende-Projekte investieren. Bürger können sich bereits mit Beträgen ab 100 Euro beteiligen.

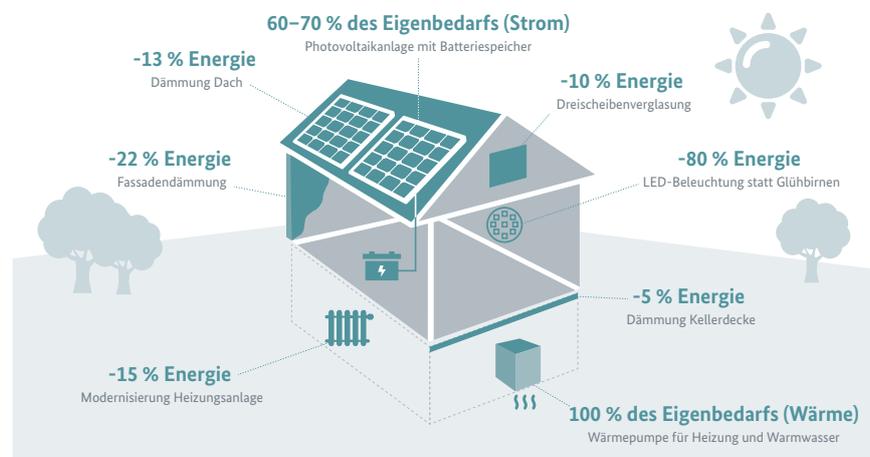
Darüber hinaus können die Bürger auf vielfältige Weise bei der konkreten Gestaltung der Energiewende mitreden. Sie können ihre Bedenken und Wünsche äußern, wenn in ihrer Region zum Beispiel

ein neuer Windpark geplant wird. Besonders intensiv ist ihre Beteiligung bei den geplanten Stromtrassen, die quer durch Deutschland große Mengen Strom transportieren sollen. Hier können sich die Bürger schon bei der Ermittlung des Netzausbaubedarfs einbringen und ihre Stellungnahmen abgeben. Auch alle weiteren Planungsschritte bis zur Entscheidung über den konkreten Trassenverlauf finden unter Beteiligung der Öffentlichkeit statt. Zudem bekommen die Bürger schon vor Beginn der formellen Verfahren von der Bundesnetzagentur und den Netzbetreibern ausführliche Informationen zu den Leitungsprojekten.

Ergänzt werden diese Aktivitäten durch die Initiative „Bürgerdialog Stromnetz“. Sie ist mit Bürgerbüros und Dialogangeboten unmittelbar in den Regionen präsent, in denen Ausbauprojekte geplant sind, und bietet feste Ansprechpartner für alle Belange rund um den Netzausbau. Durch diese frühzeitige Auseinandersetzung lassen sich Energieprojekte besser umsetzen und die Akzeptanz hierfür erhöhen.

Wie können Bürger zu Hause von der Energiewende profitieren?

Auswahl an Möglichkeiten zu Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien am Beispiel eines Einfamilienhauses aus den 1970er-Jahren



2018

Rat und Parlament der Europäischen Union einigen sich auf eine Verordnung für ein Verwaltungssystem, um Ausbau und Nutzung erneuerbarer Energien in der EU zu unterstützen.

Glossar – Wanderausstellung

Ausbaukorridor

Ausbaukorridore sorgen dafür, dass der Zubau an erneuerbaren Energien besser vorhersehbar ist, die Integration in das Stromnetz besser gelingt und die Zusatzkosten für Verbraucher verkraftbar bleiben. Für jede erneuerbare Energien-Technologie ist im Erneuerbare-Energien-Gesetz ein eigener Zielkorridor definiert. Überschreitet die neu installierte Leistung in einem Jahr den oberen Wert, gelten im nächsten Jahr geringere Fördersätze. Wird weniger gebaut als laut Korridor erwünscht ist, fällt die Verringerung der Fördertarife niedriger aus oder sie entfällt ganz.

Ausschreibung

Seit dem Jahr 2017 werden die Fördertarife für neue Windparkprojekte oder große Photovoltaikanlagen über Ausschreibungen ermittelt. Dabei werden mehrere Projekte zur gleichen Zeit ausgeschrieben und potenzielle Interessenten geben für die jeweiligen Projekte ein Gebot zur Höhe der Anfangsvergütung ab. An Stelle einer gesetzlich festgelegten Vergütung wird so ein fairer Marktpreis für Strom aus erneuerbaren Energien ermittelt. Um das Verfahren zu testen und zu optimieren, gab es im Jahr 2015 bereits drei Ausschreibungsrunden für große Photovoltaikprojekte.

Batterie

Batterien sind chemische Speicher für elektrische Ladungen. Wird ein Stromkreis an sie angeschlossen, entladen sie sich, und es fließt Strom. Wiederaufladbare Batterien, wie sie in Elektroautos und Mobiltelefonen zum Einsatz kommen, heißen Akkumulatoren oder kurz Akku. Auch in Verbindung mit erneuerbaren Energien, z.B. bei Photovoltaik-Anlagen, kommen wiederaufladbare Batterien zum

Einsatz. Hier heißen sie dann Batteriespeicher. Batterien können nur eine durch ihre Kapazität (gemessen in Amperestunden – Ah) begrenzte Menge an elektrischer Ladung aufnehmen.

Brennstoffzelle

Brennstoffzellen sind kleine Kraftwerke, die chemische Energie in elektrische Energie wandeln und auf diese Art Strom erzeugen. Sie kommen beispielsweise für den Antrieb eines Elektrofahrzeugs oder in Regionen ohne Stromnetz zum Einsatz. Oft werden nur Wasserstoff und Sauerstoff als Rohstoffe benötigt. Bei dieser Form der Energiegewinnung entstehen keine klimaschädlichen Gase, sondern nur Wasserdampf. Der für die Stromerzeugung benötigte Wasserstoff kann mit Strom aus erneuerbaren Energien produziert werden (siehe Power-to-gas). Es gibt aber auch Brennstoffzellen, die andere Ausgangsstoffe nutzen, zum Beispiel Methanol.

Bruttostromverbrauch

Um den Bruttostromverbrauch eines Landes zu ermitteln, wird der in einem Land erzeugte Strom mit den Stromimporten aus dem Ausland addiert. Von diesem Betrag wird die Menge des exportierten Stroms abgezogen.

	Im Land erzeugter Strom
+	Stromimporte
-	Stromexporte

=	Bruttostromverbrauch

Carsharing

Beim Carsharing teilen sich mehrere Nutzer ein Fahrzeug. In der Regel werden sie dazu Kunde einer Firma, der die Fahrzeuge gehören. Benötigen sie ein Auto, können sie es mieten. Im Gegensatz zu traditionellen Autovermietungen ist beim Carsharing auch eine sehr kurzfristige Nutzung möglich und eine Buchung von beispielsweise 30 Minuten. Viele Gemeinden haben für Carsharing-Angebote privilegierte Parkplätze eingerichtet. Ebenso können sie Busspuren für Carsharing-Fahrzeuge frei geben.

CO₂-Äquivalent

Das CO₂-Äquivalent ist eine Vergleichszahl für die Auswirkungen einer chemischen Verbindung auf den Treibhauseffekt, meist betrachtet über einen Zeitraum von 100 Jahren. Dabei erhält Kohlenstoffdioxid (CO₂) den Wert eins. Hat ein Stoff ein CO₂-Äquivalent von 25, dann ist die Emission eines Kilogramms dieses Materials 25 Mal schädlicher als die Emission von einem Kilogramm CO₂. Wichtig: Das CO₂-Äquivalent sagt nichts über den tatsächlichen Beitrag einer Verbindung zum Klimawandel aus.

Druckluftspeicher

Bei einem Druckluftspeicher wird elektrische Energie genutzt, um Luft unter Druck in einem unterirdischen Höhlensystem zu speichern. Die Druckluft kann bei Bedarf über eine Turbine abgelassen werden und dabei Strom erzeugen. Bislang kommt die Technologie kaum zum Einsatz. Sie gilt aber als eine Option, durch erneuerbare Energien produzierte Stromüberschüsse zu speichern. Als sichere Formationen

für die Speicher gelten ausgehöhlte, luftdichte Salzstöcke. Bei der Einrichtung sind einige geologische Herausforderungen zu meistern. Denn sollte das System sich im Nachhinein als instabil erweisen, gibt es keine Möglichkeiten, es noch zu stabilisieren. Auch darf der Spannungszustand des umgebenden Gesteins nicht gestört werden.

Dunkelflaute

Phasen, in denen Windkraft- und Photovoltaikanlagen keinen Strom liefern können, heißen Dunkelflaute. Der Extremfall sind windstille, bewölkte Neumond-Nächte. In solchen Phasen müssen andere Energieträger oder zuvor gespeicherte Energie einspringen, um den Strombedarf zu decken.

EEG-Umlage/Umlagesystem

Alle Stromverbraucher in Deutschland finanzieren die Mehrkosten für den Strom aus erneuerbaren Energien gemäß dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) über eine Umlage, die auf den Strompreis erhoben wird. Die Höhe der Umlage ergibt sich aus der Differenz zwischen den an die Betreiber gezahlten Vergütungen und den Einnahmen aus der Vermarktung des Stroms an der Energiebörse. Unternehmen mit sehr hohem Strombedarf müssen nicht die volle Umlage zahlen.

Einspeisetarif

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz garantiert den Betreibern von Wind- oder Solarkraftwerken für eine bestimmte Zeit eine Mindestvergütung für den produzierten Strom. Maßgeblich für die Vergütungshöhe ist das Jahr der Inbetriebnahme. Die Vergütung sinkt von Jahr

zu Jahr, da technischer Fortschritt und breiterer Einsatz der Technologien die Investitionskosten kontinuierlich sinken lassen. In Deutschland tritt in den kommenden Jahren das Ausschreibungsverfahren (siehe Ausschreibung) anstelle der bisherigen fixen Einspeisetarife.

Erneuerbare Energien

Zu den erneuerbaren Energien zählen Windenergie, Sonnenenergie (Photovoltaik, Solarthermie), Geothermie, Biomasse, Wasserkraft und Meeresenergie. Bei der Wasserkraft wird zum Teil unterschieden: Die kleine Wasserkraft zählt in vielen Statistiken zu den erneuerbaren Energien, große Wasserkraftwerke ab einer installierten Leistung von 50 Megawatt aufwärts werden häufig nicht hinzu gezählt. Im Gegensatz zu herkömmlichen Energiequellen wie Kohle, Öl, Gas und Kernenergie verbrauchen erneuerbare Energien bei der Stromerzeugung keine endlichen Rohstoffe. Eine Ausnahme bildet die Biomasse. Sie gilt nur als klimaneutral, wenn nicht mehr Rohstoffe verarbeitet werden als in der gleichen Zeit nachwachsen. Geothermie steht immer wieder in der Kritik. Die geologischen Eingriffe können unter anderem Erdbeben auslösen oder dazu führen, dass sich der Boden so stark hebt, dass Gebäude darüber unbewohnbar werden.

Energieeffizienz

Die Energieeffizienz gibt an, wie hoch der Nutzen in Abhängigkeit von der eingesetzten Energie ist beziehungsweise, wie viel Energie jemand einsetzen muss, um einen bestimmten Nutzen zu erzielen. Je höher die Energieeffizienz, desto weniger Energie wird benötigt, um

den Nutzen zu erzielen. Ein Gebäude mit einer hohen Energieeffizienz benötigt zum Beispiel zum Heizen oder Kühlen weniger Energie als ein baugleiches Gebäude mit niedriger Energieeffizienz. Industrieproduktion und Verkehr sind weitere Gebiete, in denen Energieeffizienz immer wichtiger wird. Für Unternehmen sind Energieeffizienzmaßnahmen dann interessant, wenn sie damit mehr Geld sparen als die Umsetzung gekostet hat. Auch private Verbraucher können zum Energiesparen beitragen, indem sie besonders energieeffiziente Geräte nutzen. In vielen Ländern werden Kühlschränke, Fernseher, Waschmaschinen usw. mit einer Verbrauchskennzeichnung ausgestattet, anhand derer man schnell erkennen kann, wie energieeffizient das Gerät ist.

Emissionshandel

CO₂-Emissionen haben in Europa einen Marktwert. Die Energiewirtschaft und weite Teile der Industrie müssen für jede Tonne Treibhausgas, die sie ausstoßen, Zertifikate vorweisen. Haben sie zu wenige, müssen sie diese an spezialisierten Börsen einkaufen. Sparen sie Emissionen ein, können sie überzählige Zertifikate verkaufen. Da die insgesamt zur Verfügung stehende Menge an Zertifikaten von Jahr zu Jahr sinkt, haben Unternehmen einen Anreiz, in Energiesparmaßnahmen zu investieren oder andere, weniger klimaschädliche Energien zu nutzen.

Endenergieverbrauch

Unter Endenergie versteht man den Teil der Energie, der tatsächlich beim Verbraucher ankommt. Faktoren wie Leitungsverluste oder Verluste durch den Wirkungsgrad von Kraftwerken sind aus dieser Kennzahl herausgerechnet. Entstehen beim Verbraucher selbst hingegen Verluste, beispielsweise durch die Wärmeentwicklung eines Netzgerätes, zählen diese zum Endenergieverbrauch.

Europäischer Binnenmarkt

Die Mitgliedstaaten der Europäischen Union bilden einen Binnenmarkt. Dieser Binnenmarkt garantiert den freien Verkehr von Waren, Dienstleistungen, Kapital und mit Einschränkungen auch von Personen über die Staatsgrenzen hinweg. Auf Waren und Dienstleistungen werden beispielsweise beim Grenzübertritt keine Zölle oder andere Abgaben erhoben. Auch Strom, Gas und Öl fließen von Land zu Land. Noch reicht die vorhandene Infrastruktur an Strom- und Gasleitungen aber nicht aus, um einen funktionierenden europäischen Binnenmarkt für Energie zu gewährleisten. Auch bedarf es noch einer einheitlichen, grenzübergreifenden Regulierung. Beides soll aber in den kommenden Jahren erreicht werden, um für ausgeglichene Strompreise in der EU zu sorgen und die Versorgungssicherheit zu erhöhen.

Energiegenossenschaften

Genossenschaften wie wir sie heute in Deutschland kennen sind eine mittlerweile etablierte Idee aus dem 19. Jahrhundert. Friedrich Wilhelm Raiffeisen und Hermann Schulze-Delitzsch gründeten gleichzeitig die ersten deutschen Genossenschaften. Mehrere Personen mit gleichen wirtschaftlichen Interessen schließen dabei zusammen und erhalten so eine größere Marktmacht, beispielsweise in Form einer Einkaufsgenossenschaft. Diese besondere Unternehmensform ist in Deutsch-

land in einem eigenen Gesetz geregelt. In der Energieversorgung gibt es seit langem Genossenschaften. Zu Beginn der Elektrifizierung in Deutschland konnten insbesondere ländliche Regionen nicht mit den Großstädten mithalten und gründeten Energiegenossenschaften, um sich selbst mit Strom zu versorgen. Einige dieser Energiegenossenschaften gibt es noch heute. Im Zuge der Energiewende erlebt das Genossenschaftsmodell eine Renaissance. Die Mehrheit der Beteiligten sind Privatpersonen, die beispielsweise den Bau von Solar- oder Windkraftanlagen finanzieren.

Energieproduktivität

Die Energieproduktivität gibt an, welcher volkswirtschaftliche Wert (Teil des Bruttoinlandsprodukts) pro eingesetzter Energieeinheit erwirtschaftet wird. Bezogen auf eine Volkswirtschaft wird die Primärenergie als Basis für die Berechnung herangezogen.

Gebäudesanierung

Bei einer energetischen Sanierung von Gebäuden werden Schwachstellen beseitigt, an denen mehr Energie verloren geht, als nach dem heutigen Stand der Technik notwendig ist. Mögliche Verbesserungsmaßnahmen sind beispielsweise die Dämmung von Wänden und Dach oder neue, wärmeisolierende Fenster. Ein weiterer Schritt ist die Modernisierung der Heizanlage.

Kondensatoren

Kondensatoren können Strom kurzfristig speichern. Ein Kondensator besteht aus zwei Komponenten, beispielsweise Metallkugeln oder -platten. Eine Komponente ist positiv, die andere negativ geladen. Werden beide verbunden, fließt Strom, bis die Ladungen ausgeglichen sind.

Kyoto-Protokoll

1997 einigten sich die Mitgliedstaaten der United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) im japanischen Kyoto auf Zielwerte für die Reduktion des Treibhausgasausstoßes bis zum Jahr 2012. Vergleichsjahr ist der Stand im Jahr 1990. Ratifiziert haben den Vertrag mehr als 190 Staaten. Auf der UN-Klimakonferenz in Doha wurde eine zweite Verpflichtungsperiode bis 2020 beschlossen. Das Kyoto-Protokoll ist ein Vorläufer des Klimaabkommens von Paris vom Dezember 2015, in dem die mittlerweile 196 UNFCCC-Staaten eine Begrenzung der Erderwärmung auf weniger als zwei Grad Celsius vereinbart hat.

Niedrigstenergiehaus

Niedrigstenergiehäuser bezeichnet Gebäude, die besonders wenig Energie verbrauchen. In der Europäischen Union sollen alle Neubauten ab dem Jahr 2021 einen gleichnamigen Standard erfüllen. Für öffentliche Einrichtungen gilt die Richtlinie bereits ab 2019. In Deutschland darf der Primärenergiebedarf solcher Häuser pro Jahr nicht mehr als 40 kWh pro Quadratmeter betragen.

Pelletheizung

Holzpellets sind kleine Kügelchen oder Stäbchen aus gepressten Holzspänen oder Sägemehl. Sie werden in speziellen Heizungen verfeuert. Wegen der Pressung haben sie eine hohe Energiedichte, benötigen aber weniger Lagerfläche als etwa Brennholz. Holzpelletheizungen sind klimaneutral, denn bei der Verbrennung wird nur so viel Kohlenstoffdioxid freigesetzt, wie zuvor in der Pflanze gebunden wurde.

Power-to-Gas (Elektrolyse, Methanisierung)

Power-to-Gas ist eine Technologie, mit der sich überschüssige elektrische Energie langfristig speichern lässt. Aus dem Strom wird in einem zweistufigen Verfahren ein Gas erzeugt, das in Gasspeichern gelagert und über das Gasnetz verteilt werden kann. Im ersten Schritt wird der Strom zur Aufspaltung von Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff durch Elektrolyse verwendet. Der erzeugte Wasserstoff lässt sich in begrenzten Mengen direkt ins Gasnetz einspeisen oder in einem zweiten Schritt (Methanisierung) ein anderes Gas verwandeln. Bei der Methanisierung entsteht aus Wasserstoff unter Zugabe von Kohlenstoffdioxid Methan und Wasser. Methan ist der Hauptbestandteil von Erdgas und kann problemlos ins Gasnetz eingespeist werden.

Primärenergie/Primärenergieverbrauch

Die Primärenergie ist die Summe der aus Energiequellen wie Kohle, Öl, Sonne oder Wind zur Verfügung stehenden Energie. Bei der Wandlung bis hin zur Endenergie (siehe Endenergie) entstehen je nach ursprünglichem Energieträger mehr oder weniger hohe Verluste, beispielsweise bei der Stromerzeugung und beim Transport. Daher ist der Primärenergieverbrauch immer höher als der Endenergieverbrauch.

Pumpspeicher

Pumpspeicher oder Pumpspeicherkraftwerke sind eine bewährte Technologie, um Energie zu speichern. Dabei wird überschüssiger Strom aus dem Netz verwendet, um Wasser in ein höhergelegenes Staubecken zu pumpen. Wird zusätzlicher Strom benötigt, lässt man das Wasser ab und es treibt eine Turbine an, die Strom erzeugt.

Radioaktive Abfälle

Radioaktive Abfälle fallen unter anderem bei der Nutzung von Kernenergie zur Stromerzeugung an. Dabei werden radioaktive Materialien in Brennstäben aufgespalten zu anderen Stoffen. Diese können ab einem bestimmten Punkt nicht mehr weiter genutzt werden, sind aber trotzdem weiterhin radioaktiv. Das sind zu Beginn Isotope der Elemente Uran, Plutonium, Neptunium, Iod, Cäsium, Strontium, Americium, Cobalt und anderer. Mit der Zeit entstehen beim Durchlaufen der Zerfallsreihen weitere radioaktive Stoffe. Diese Abfälle müssen für einen langen Zeitraum sicher gelagert werden, um Schäden für Mensch und Natur zu verhindern. Hoch radioaktive Abfälle müssen mindestens eine Million Jahre sicher aufbewahrt werden. Mittel radioaktive Abfälle erfordern weniger, schwach radioaktive Abfälle kaum noch Schutzmaßnahmen. Aber auch sie müssen langfristig und sicher eingelagert werden.

Reservekraftwerk

Reservekraftwerke springen dann ein, wenn plötzliche Engpässe in der Stromversorgung auftreten. Da sie schnell angefahren und heruntergefahren werden müssen, eignen sich hierfür vor allem Gaskraftwerke.

Schwungradspeicher

Schwungradspeicher können kurzfristig überschüssigen Strom aus dem Netz aufnehmen. Die elektrische Energie wird dabei mechanisch gespeichert. Ein Elektromotor treibt ein Schwungrad an. Die elektrische Energie wird in Rotationsenergie umgewandelt. Um diese

zurückzugewinnen, treibt das Rad bei Bedarf einen Elektromotor an. Ähnlich wie Batterien sind auch Schwungräder für einen modularen Aufbau geeignet. Das technische Grundprinzip ist seit dem Mittelalter bekannt, wenn auch damals noch nicht in Kombination mit elektrischem Strom. Schwungräder eignen sich vor allem dafür, kurzfristige Spitzenproduktion aufzunehmen, um sie schnell wieder ins Netz einzuspeisen.

Smart Grid

Ein Smart Grid ist ein Versorgungsnetz, in dem alle Komponenten miteinander kommunizieren, vom Erzeuger über Leitungen und Speicher bis hin zum Verbraucher. Dies wird über automatisierte, digitale Datenübertragung gewährleistet. Die schnelle Kommunikation hilft, Engpässe und Überproduktion von Strom zu vermeiden und die Energieversorgung auf die Bedürfnisse aller Beteiligten abzustimmen. Insbesondere die unregelmäßige Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien erfordert solche Lösungen. Gleichzeitig erlauben Smart Grids, über flexible Strompreismodelle den Bedarf zu steuern.

Stromnetz – Höchstspannungsnetz – Verteilnetz

Das Stromnetz ist der Transportweg für elektrischen Strom. In Deutschland und vielen anderen Staaten besteht das Stromnetz aus vier Ebenen, die mit unterschiedlich hohen Spannungen arbeiten: Höchstspannung (220 oder 380 kV), Hochspannung (60kV bis 220 kV), Mittelspannung (6 bis 60 kV) und

Niederspannung (230 oder 400 V). Das Niederspannungsnetz bedient Abnehmer wie private Haushalte. Höchstspannungsnetze arbeiten ungefähr mit der tausendfachen Spannung, sie transportieren große Strommengen über weite Strecken. Mit Hochspannung wird der Strom weiter verteilt, hin zu den Netzen mit Mittel- oder Niederspannung. Mittelspannungsnetze verteilen den Strom weiter, beliefern aber auch große Abnehmer wie Industrie und Krankenhäuser. Private Haushalte beziehen ihren Strom aus dem Niederspannungsnetz.

Treibhausgase

Treibhausgase verändern die Atmosphäre so, dass von der Erdoberfläche reflektierte Sonnenstrahlen nicht ins Weltall zurückstrahlen, sondern an der Atmosphäre erneut reflektiert und zur Erde zurückgeworfen werden. Dadurch tragen Sie entscheidend zur Erderwärmung bei. Dieser Effekt ähnelt dem Prinzip eines Treibhauses, die Erde wärmt sich auf. Bekanntestes Treibhausgas ist Kohlenstoffdioxid, das vor allem bei der Verbrennung fossiler Rohstoffe wie Öl, Gas und Kohle entsteht. Andere Treibhausgase sind beispielsweise Methan und Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW).

Wärmepumpe

Wärmepumpen nehmen thermische Energie aus der Umgebung auf, zum Beispiel aus tieferen Bodenschichten. Diese Wärme wird genutzt, um Warmwasser zu erzeugen oder das Gebäude zu heizen. Der dafür benötigte Strom kann durch erneuerbare Energien gewonnen werden. Auf dem gleichen Prinzip basiert der Kühlschrank, der zwar im Inneren kühlt, nach außen jedoch Wärme abgibt.

Quellenverzeichnis

AG Energiebilanzen e.V. (2017):

Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2016.

Agora Energiewende (2017): Agorameter – Stromerzeugung und Stromverbrauch.

Auswärtiges Amt (2015): Rede von Frank-Walter Steinmeier zur Eröffnung des Berlin Energy Transition Dialogue 2015.

BMWi und BMBF: Energiespeicher – Forschung für die Energiewende.

Bundesamt für Strahlenschutz (2016): Kernkraftwerke in Deutschland:

Meldepflichtige Ereignisse seit Inbetriebnahme.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015):

Atomenergie – Strahlenschutz.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2018): Klimaschutz in Zahlen.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Die Energie der Zukunft.

Erster Fortschrittsbericht zur Energiewende.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Zweiter Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015): Die Energie der Zukunft.

Fünfter Monitoringbericht zur Energiewende.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015): Eckpunkte Energieeffizienz.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015): Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale und Internationale Entwicklung im Jahr 2014.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015): EU-Energieeffizienz-Richtlinie.

Bundesministerium für Wirtschaft und

Energie (2016): Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland und verringerte fossile Brennstoffimporte durch erneuerbare Energien und Energieeffizienz.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016): Energiedaten: Gesamtausgabe. Stand November 2016.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016): Erneuerbare Energien auf einen Blick.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2017): Energieeffizienz zahlt sich für deutsche Haushalte aus.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2018): Energie der Zukunft – Sechster Monitoringbericht zur Energiewende.

Bundesnetzagentur (2015): EEG-Fördersätze für PV-Anlagen. Degressions- und Vergütungssätze Oktober bis Dezember 2015.

Bundesnetzagentur (2017): EEG in Zahlen.

Bundesnetzagentur; Bundeskartellamt (2016): Monitoringbericht 2016.

Bundesregierung (2015): Die Automobilindustrie: eine Schlüsselindustrie unseres Landes.

Bundesverband CarSharing (2018): Aktuelle Zahlen und Daten zum CarSharing in Deutschland.

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2014): Stromnetzlänge entspricht 45facher Erdumrundung.

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2016): BDEW zum Strompreis der Haushalte. Strompreisanalyse Mai 2016.

Council of European Energy Regulators (2015):

CEER Benchmarking Report 5.2 on the Continuity of Electricity Supply – Data update.

BSW-Solar (2018): Meilenstein der Energiewende: 100.000ster Solarstromspeicher installiert.

Deutsche Energie Agentur GmbH (2012): Der dena-Gebäudereport 2012. Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand.

Deutsche Energie Agentur GmbH (2018): Der dena-Gebäudereport 2018. Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand.

Deutsche Energie-Agentur (2013): Power to Gas. Eine innovative Systemlösung auf dem Weg zur Marktreife.

Deutsche Energie-Agentur (2015): Pilotprojekte im Überblick.

Deutscher Bundestag (2011): Novelle des Atomenergiegesetzes 2011.

DGRV – Deutscher Genossenschafts- und Raiffeisenverband e.V. (2014): Energiegenossenschaften. Ergebnisse der Umfrage des DGRV und seiner Mitgliedsverbände.

EnBW (2015): Pumpspeicherkraftwerk Forbach – So funktioniert ein Pumpspeicherkraftwerk.

Energy Information Administration (2018): International Energy Statistics.

entsoe (2014): 10-year Network Development Plan 2014.

European Environment Agency (2016): Annual European Union greenhouse gas inventory 1990-2014.

Filzek, D., Göbel, T., Hofmann, L. et al. (2014): Kombikraftwerk 2 Abschlussbericht.

GWS (2013) Gesamtwirtschaftliche Effekte energie- und klimapolitischer Maßnahmen der Jahre 1995 bis 2012.

Heinrich-Böll-Stiftung (2018): Energieatlas 2018.

IEA (2016): World Energy Outlook 2016 Summary, November 2016.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014): Climate Change 2014. Synthesis Report.

International Renewable Energy Agency (2015): Renewable Power Generation Costs in 2014.

IRENA (2015): Renewable power generation cost in 2014.

KfW (2015): Energieeffizient bauen und sanieren. KfW-Infografik.

Kraftfahrt-Bundesamt (2018): Fahrzeugbestand in Deutschland.

Merkel, A. (2015): Rede von Bundeskanzlerin Merkel zum Neujahrsempfang des Bundesverbands Erneuerbare Energie e.V. (BEE) am 14. Januar 2015.

Ratgeber Geld sparen (2015): Kühlschrank A+++ Ratgeber und Vergleich. Stand November 2015.

REN21 (2017): Renewables 2017. Global Status Report. 2017.

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2014): Gebiet und Bevölkerung – Haushalte.

Statistisches Bundesamt (2017): Bevölkerungsstand.

Statistisches Bundesamt (2018): Bruttoinlandsprodukt 2017 für Deutschland.

Statistisches Bundesamt (2015): Preise. Erzeugerpreise gewerblicher Produkte (Inlandsabsatz) Preise für leichtes Heizöl, schweres Heizöl, Motorenbenzin und Dieselkraftstoff. Lange Reihen.

Statistisches Bundesamt (2015): Umsätze in der Energie-, Wasser- und Entsorgungswirtschaft 2013 um 1,6% gesunken.

Statistisches Bundesamt: Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Werte für 2015 unter <https://www.destatis.de/>

trend:research Institut für Trend- und Marktforschung, Leuphana Universität Lüneburg (2013): Definition und Marktanalyse von Bürgerenergie in Deutschland.

Umweltbundesamt (2015): Emissionsberichterstattung Treibhausgase Emissionsentwicklung 1990-2013 – Treibhausgase.

Umweltbundesamt (2015): Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990-2013.

Umweltbundesamt (2015): Presseinfo 14/2015: UBA-Emissionsdaten 2014 zeigen Trendwende beim Klimaschutz.

Umweltbundesamt (2016): Treibhausgas-Emissionen in Deutschland.

Umweltbundesamt (2016): UBA-Emissionsdaten für 2015 zeigen Notwendigkeit für konsequente Umsetzung des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020.

Umweltbundesamt/Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (2018):

Indikator Energieverbrauch.

Zetsche, D. (2009): Rede auf dem World Mobility Forum in Stuttgart, Januar 2009.



© dpa/Catrinus Van Der Veen

Impressum

Herausgeber
Auswärtiges Amt
Werderscher Markt 1
10117 Berlin
Tel.: +49 30 1817-0
www.diplo.de

Redaktion/Gestaltung
Edelman.ergo GmbH, Berlin
Diamond media GmbH, Neunkirchen-Seelscheid

