



Ministerio Federal  
de Relaciones Exteriores



# La Energiewende alemana





# **La Energiewende alemana**

Transformar el sistema energético de Alemania



La transición energética en Alemania

## Estimados y estimadas visitantes:

Gracias por mostrar interés en uno de los principales proyectos de futuro de Alemania: la “Energiewende” (transición energética).

Alemania ha decidido cubrir el abastecimiento energético del país principalmente con energías renovables. También apuesta por gestionar la energía de manera cada vez más eficiente, lo cual lleva consigo beneficios económicos, a la vez que se realiza una contribución importante a la protección del clima.

La transición energética es nuestra respuesta a la siguiente pregunta: ¿de qué manera podemos alcanzar un abastecimiento energético seguro, rentable y sostenible? Constituye una oportunidad única para Alemania como eje económico, ya que permite abrir nuevas áreas de negocio, impulsar innovaciones y crear empleo y crecimiento. Al mismo tiempo, con la transición energética queremos ser menos dependientes del petróleo y el gas importados del extranjero y asegurar la elevada calidad de vida en nuestro país.

© Paul Langrock



© iStock/SilviaJansenx

1971

El Gobierno Federal aprueba su primer programa para el medio ambiente.

1972

En Penzberg, una pequeña localidad al sur de Alemania, se establece una de las primeras aldeas solares de Alemania.



¿Por qué se decide organizar esta exposición? Al Gobierno Federal le preguntan muy a menudo sobre la transición energética. Ha suscitado tal interés que el término “Energiewende” ya se ha incorporado en muchos idiomas de todo el mundo. De lo cual nos congratulamos.

Del mismo modo, muchas personas se sorprenden de las dimensiones que integran el proyecto de la transición energética y los múltiples aspectos que lleva asociados. Esto significa también que no es algo que se consiga de la noche a la mañana. La transición energética es un proceso complejo y transgeneracional que debe satisfacer múltiples exigencias. Las medidas necesarias tienen que estar muy bien meditadas para evitar que afecten negativamente a la protección del clima y al bienestar de la población. Por eso, siempre se dan fases en las que el progreso avanza con lentitud. Son precisamente estas múltiples tareas y desafíos lo que queremos hacer visible mediante la presente exposición.

La transición energética está perfectamente integrada en un marco internacional. Deseamos establecer un intenso intercambio con nuestros vecinos europeos y socios internacionales y buscamos cooperaciones y soluciones transnacionales por cuanto necesitamos encontrar soluciones conjuntas para así reducir las emisiones globales de CO<sub>2</sub>, poner coto al calentamiento global y alcanzar un abastecimiento energético seguro, sostenible y asequible.

Con su transición energética, Alemania asume responsabilidad por la Tierra y las personas. Les invitamos a seguir el curso de la transición energética en Alemania y a situarla en el contexto internacional.

Esperamos que disfruten de la exposición y que esta dé pie a interesantes debates.

## 1973

La guerra de Yom Kippur (octubre de 1973) origina una crisis del petróleo a escala mundial.  
Alemania decreta cuatro domingos en los que no se permite circular en automóvil para así ahorrar energía.



Eficiencia energética

## Ahorro de energía y su uso más eficiente

El uso eficiente de la electricidad, el calor y el combustible permite ahorrar dinero, mejorar la seguridad de abastecimiento energético y proteger el clima. Alemania tiene que importar gran parte de sus fuentes de energía. De alrededor del 50 por ciento en los años 70, en la actualidad la cuota de importación para cubrir las necesidades energéticas totales se ha incrementado a casi dos tercios ciento. Por eso la eficiencia energética constituye, junto con la expansión de las energías renovables, el pilar fundamental de la transición energética.

En las últimas décadas la conciencia sobre un uso eficiente de la energía ha ido creciendo en Alemania. Esto se debió en gran medida a la primera crisis mundial del petróleo de 1973. Con ella los alemanes fueron conscientes de su dependencia de los recursos fósiles. Como consecuencia, el Gobierno Federal de entonces desarrolló una campaña informativa para ahorrar energía y estableció el límite de velocidad en autopistas. Desde entonces se han adoptado muchas otras leyes y se han aplicado con éxito medidas de eficiencia energética. Estas se caracterizan por tres elementos: fomento específico, información y asesoramiento y objetivos vinculantes para reducir el consumo de energía.



© dpa/Westend61/Werner Dieter

© dpa/Jörg Carstensen

1975

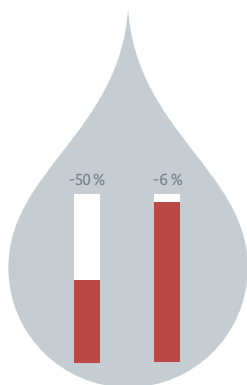
La Ley de seguridad energética (EnSiG) establece mayores reservas de energía e introduce un límite de velocidad en las carreteras alemanas.

1975

El Gobierno Federal pone en marcha una campaña informativa sobre ahorro energético.

### Qué quiere ahorrar Alemania

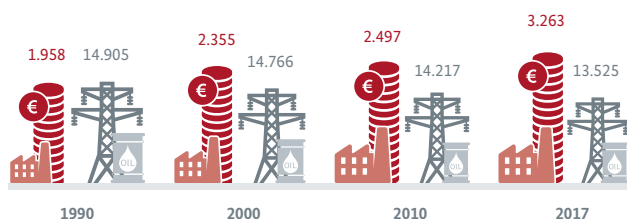
Objetivos de ahorro en el consumo de energía primaria frente al año 2008



2050 alcanzado en: 2017

### La economía crece, el consumo de energía disminuye

Evolución del producto interior bruto y del consumo de energía primaria



■ Producto interior bruto en miles de millones de euros Ø +1,4 %/a desde 1990

■ Consumo de energía primaria en petajulios Ø -0,3 %/a desde 1990

**“El mejor kilovatio-hora es el no consumido.”**

Angela Merkel, canciller federal

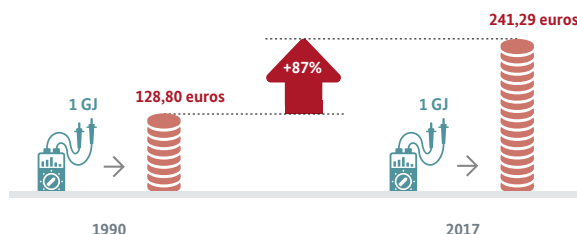
La estrategia muestra buenos resultados: aunque la demanda energética de Alemania se ha reducido desde 1990, su producto interior bruto ha aumentado considerablemente. De este modo, la industria alemana ha conseguido duplicar sus resultados económicos aun reduciendo su consumo de energía en más del 10 por ciento. Los hogares y las empresas pueden hacer un uso más eficiente de la energía gracias al progreso tecnológico. Los electrodomésticos modernos consumen hasta un 75 por ciento menos de electricidad que hace quince años. También se ahorra energía cambiando los hábitos diarios. Por eso decenas de miles de asesores energéticos recorren toda Alemania mostrando

posibilidades de ahorro a inquilinos, propietarios y empresas e informándoles de los programas de fomento nacionales.

Todos los Estados miembros de la Unión Europea han acordado reducir su consumo de energía primaria en un 20 por ciento hasta 2020 y como mínimo en un 27 por ciento hasta 2030. A largo plazo, Alemania quiere reducir el consumo de energía a la mitad, lo cual forma parte de los compromisos adquiridos con el Acuerdo de París sobre cambio climático.

### Aumento considerable de la productividad energética

Con un gigajulio de energía se genera lo siguiente



1977

Con la normativa sobre aislamiento térmico el Gobierno Federal establece por primera vez directrices relativas a la eficiencia energética de los edificios.



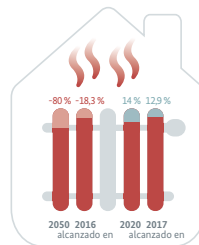
Calor

# Caliente, renovable y eficiente

El éxito de la transición energética también depende de que se reduzca la demanda energética destinada a la calefacción, la refrigeración y el agua caliente en los edificios, así como de hasta qué punto se cubran las necesidades restantes con energías renovables. Y es que más de la mitad de la energía consumida en Alemania recae en el sector del calor. Casi dos tercios la consumen los alrededor de 40 millones de hogares para calefacción y agua caliente.

### Reducir la demanda de energía térmica

Objetivos de ahorro en la demanda de energía térmica en edificios



Demanda de energía primaria en edificios (frente a 2008)

Cuota de energías renovables en la demanda de calor

### 2.152 petajulios

Fue lo que gastaron los 40 millones de hogares alemanes en 2016 para agua caliente y calefacción.

Lo que equivale a



50.000 millones de litros de petróleo

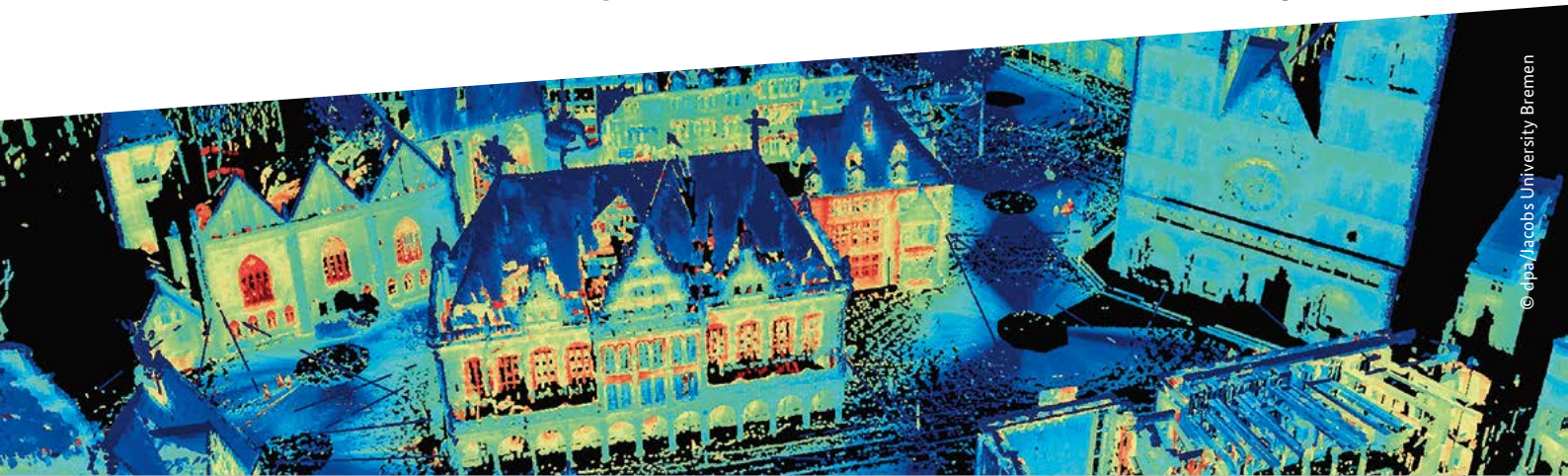


seis la demanda energética anual de la aviación alemana



la demanda energética de Uzbekistán

Por ello el Gobierno Federal desea reducir la demanda de energía primaria de petróleo y gas en edificios en un 80 por ciento hasta 2050. Para lograr este objetivo será necesario mejorar la eficiencia energética de los edificios de manera considerable e incrementar la cuota de energías renovables destinada a calefacción y refrigeración. Hasta 2020 las renovables deberán cubrir el 14 por ciento de la demanda de calefacción y refrigeración. De esta forma Alemania también cumplirá objetivos europeos: de acuerdo con la actual Directiva de la UE relativa a la eficiencia energética de los edificios, a partir de 2021 todos los edificios nuevos deben tener un consumo de energía mínimo.



#### 1979 / 1980

La guerra entre Irán e Iraq es el detonante de la segunda crisis del petróleo a escala mundial.

#### 1984

La compañía Enercon desarrolla el primer aerogenerador en serie moderno de Alemania.

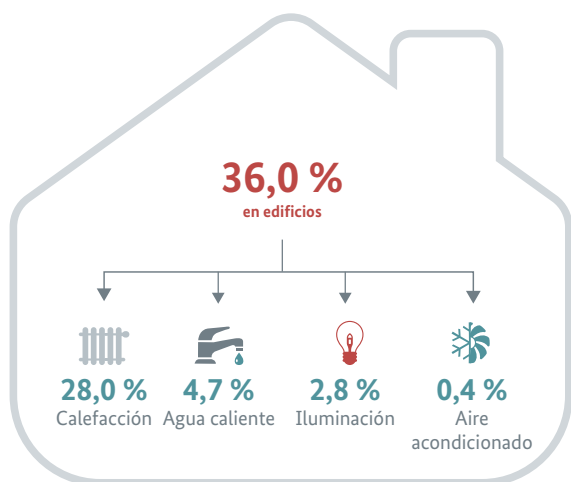


Alemania identificó pronto el potencial de ahorro que tienen los edificios. Ya en 1976, a raíz de la crisis del petróleo, el Gobierno Federal de entonces adoptó la primera Ley sobre ahorro energético y seguidamente el primer reglamento sobre aislamiento térmico. Estas normativas se han ido desarrollando y adaptando a los avances tecnológicos. Desde 2009, de conformidad con la Ley de energías renovables en el sector del calor, todos los edificios nuevos deben cubrir una cuota determinada de su demanda energética con energías renovables. Esto es posible, por ejemplo, con ayuda de una calefacción de gas o gasoil con energía solar térmica o un sistema de calefacción que utilice exclusivamente energías renovables, como bombas de calor o calefacción de pellets.

reducir hasta en un 80 % la demanda de energía primaria mediante rehabilitación energética y cambiando a energías renovables. Para ello se necesita aislar mejor el envolvente del edificio, renovar los componentes, modernizar el sistema de calefacción y refrigeración y optimizar las técnicas de control. Tan solo en 2015 se invirtieron unos 53.000 millones de euros en rehabilitación energética, que fomenta el Gobierno Federal mediante subvenciones y préstamos a bajo interés. En 2016, la población alemana ahorró casi 500 euros por persona gracias a las medidas de eficiencia energética, colocándose a la cabeza a nivel mundial en este sentido. Es importante la sustitución de instalaciones de calefacción antiguas y de fuentes de energía fósiles

### Consumo energético de edificios

Participación en el consumo de energía final total en Alemania



Datos de 2016

No obstante, el 70 % de los edificios alemanes tiene más de 35 años. Su construcción fue anterior a la adopción del primer reglamento de aislamiento térmico. Muchos edificios no están suficientemente aislados y suelen utilizar calderas antiguas y fuentes de energía fósiles como el gasóleo o el gas. La energía que gasta un hogar alemán medio en calefacción ronda los 145 kWh al año por m<sup>2</sup> de superficie habitable, lo que equivale aproximadamente a 14,5 litros de petróleo. Los edificios de nueva construcción altamente eficientes necesitan solo una décima parte de esa cantidad. En los edificios actuales se puede

### Los edificios de nueva construcción consumen tan solo una décima parte

Consumo anual de calefacción en litros por metro cuadrado de superficie habitable de distintos tipos de edificios



por renovables. Mientras que en 1975 la mitad de los hogares alemanes se calentaban con gasóleo, hoy en día lo hace poco más de una cuarta parte. De las viviendas de nueva construcción terminadas en 2016, el 60 % utiliza energías renovables para la calefacción. Las instalaciones térmicas solares, las calefacciones de biomasa y las bombas de calor, que utilizan calor ambiental, ya cubren en torno al 12 % de la demanda energética para calefacción. Desde el año 2000 el Gobierno Federal ofrece ayudas para renovar los sistemas de calefacción.

#### 1986

Se produce un grave accidente en un reactor de la central nuclear de Chernóbil (Ucrania). Se crea el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear.

#### 1986

Circula por Alemania el primer auto solar homologado.

***“Estamos ante el principio del fin de la era del petróleo.”***

Dieter Zetsche, Daimler AG

1987

Se crea el primer parque alemán de energía eólica. En el parque eólico de Westküste, 30 aerogeneradores producen electricidad.

1990

El Gobierno Federal lanza el llamado “Programa de los 1.000 tejados” para fomentar las instalaciones fotovoltaicas.

Movilidad

# Moverse por medio de la electricidad

El producto de exportación más importante de Alemania es el automóvil. Este sector da trabajo a más de 750.000 personas, lo que lo convierte en uno de los principales empleadores del país. Al mismo tiempo, el sector del transporte es uno de los que más energía consume. En este sector recae alrededor de un tercio del consumo de energía final de Alemania. Por ello el Gobierno Federal está redoblando sus esfuerzos dirigidos a reducir el consumo.

Ya se perciben los primeros resultados: aunque entre 1990 y 2017 prácticamente se duplicaron los kilómetros recorridos cada año en el transporte de mercancías y de personas, el consumo en el mismo período apenas aumentó el 9 por ciento.

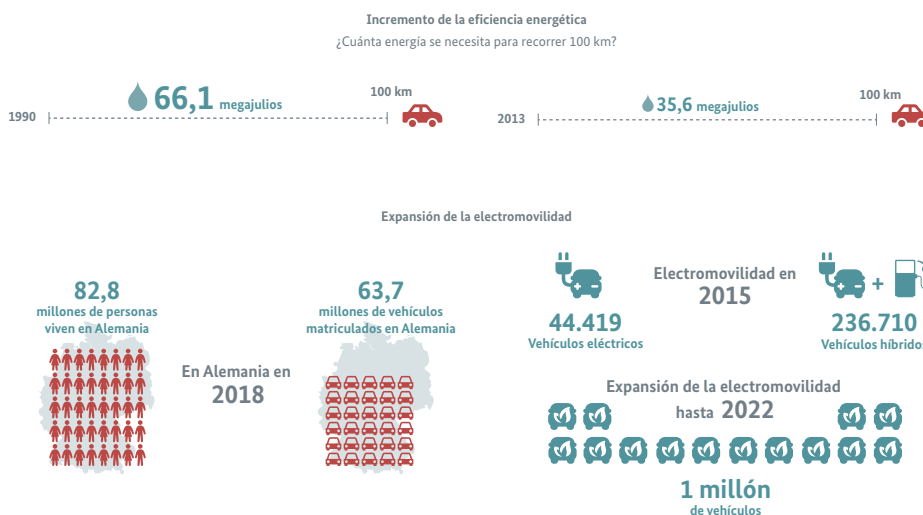
Para ahorrar aún más energía, Alemania está desarrollando tecnologías de automoción eficientes y trabajando en la electrificación del transporte por carretera. Sobre todo los turismos, los vehículos comerciales de reparto urbano, el transporte público de viajeros y las motos pasarán a alimentarse con electricidad. Para ello, el Gobierno Federal fomenta el desarrollo tecnológico y la evolución de los mercados por medio de diversos programas.

Los vehículos con pila de combustible se consideran un complemento importante de los vehículos eléctricos alimentados con baterías. Hasta 2019 se invertirán 165.000 millones de euros de fondos de fomento estatales para proyectos de hidrógeno y pila de combustible. En algunas metrópolis alemanas el transporte público de cercanías ya cuenta con autobuses híbridos propulsados por hidrógeno.

Junto a la propulsión ecológica está ganando cada vez más importancia nuevos conceptos de movilidad como el uso compartido (sharing) de automóviles, bicicletas, y scooters eléctricos. Cuando varias personas se juntan para compartir un vehículo están contribuyendo a reducir la afluencia de tráfico y las emisiones. Adicionalmente, existen soluciones digitales que proporcionan una oferta de transporte más eficiente y se registra un mayor uso de la bicicleta. Entretanto, Alemania cuenta con más de 2,1 millones de usuarios registrados en 150 proveedores de Carsharing.

Para que la transición energética tenga éxito en el sector del transporte es preciso realizar cambios en muchos aspectos de la vida cotidiana, la política y la economía. Este proceso necesita tiempo para que el transporte se haga más sostenible sin limitar al mismo tiempo la movilidad de los ciudadanos y ciudadanas.

## Objetivos y avances de Alemania en el sector del transporte



1990

Alemania Oriental y Occidental vuelven a estar unidas.

1990

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) publica su primer informe de evaluación sobre el clima global.



Energías renovables

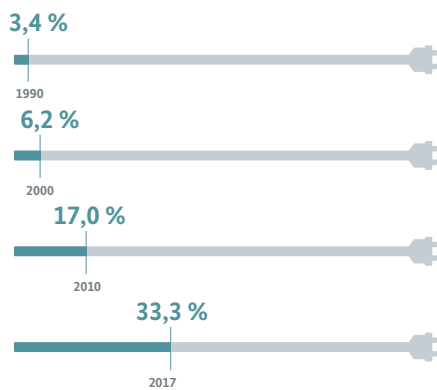
# Electricidad producida por viento y sol

La expansión de las energías renovables constituye, junto con la eficiencia energética, el pilar central de la transición energética. El viento, el sol, la energía hidráulica, la biomasa y la geotermia son fuentes de energía autóctonas y respetuosas con el clima. Permiten a Alemania ser más independiente de combustibles fósiles y contribuyen de manera significativa a la protección del clima.

El uso más extendido de energías renovables se registra en el sector de la electricidad. De hecho, desde 2014 las energías renovables constituyen la fuente más importante en el mix eléctrico alemán. Cubren más de un tercio del consumo alemán. Hace diez años apenas rondaban el 9 por ciento. Esto ha sido posible gracias a la concesión de ayudas específicas. Todo comenzó en 1991 con la Ley de alimentación de electricidad, que establecía por primera vez una retribución fija y una obligación de compra para abrir el mercado a las nuevas tecnologías. En 2000 le siguió la Ley de energías renovables (EEG) con los tres elementos clave: tarifas reguladas garantizadas para diferentes tecnologías, alimentación prioritaria a la red y distribución de los costes adicionales asociados mediante un sistema de reparto entre todos los consumidores de electricidad.

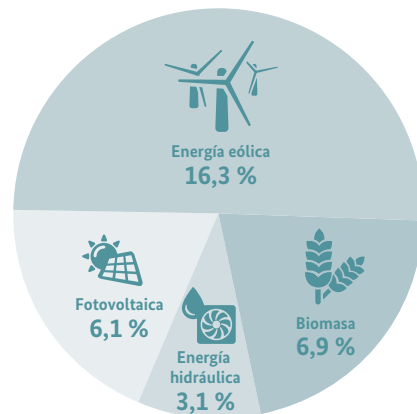
## Las renovables son la fuente de energía más importante en el mix eléctrico

Cuota de energías renovables en el consumo bruto de electricidad



## El viento genera la mayor parte de la electricidad producida con renovables

Cuotas en la producción total de energías renovables en 2017



### 1991

La Ley de alimentación de electricidad obliga a todos los proveedores alemanes de energía a aceptar, abonar e inyectar a la red pública la electricidad procedente de energías renovables.

### 1992

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro adopta el modelo del “desarrollo sostenible”.



## Las energías renovables refuerzan la producción de energía y la protección del clima

Datos correspondientes a 2017



**~ 1,7 millones**

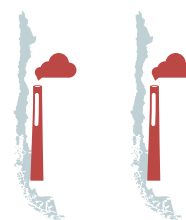
Instalaciones beneficiarias de ayudas de la EEG para generar electricidad



**217 teravatios-hora**

Producción de electricidad

Lo que equivale casi a la producción total de electricidad de Indonesia



**179 millones de toneladas**

CO<sub>2</sub> equivalente evitado

Lo que equivale a más del doble de la emisión de gases de efecto invernadero de Chile en 2015

Desde la entrada en vigor de la EEG no han dejado de aumentar las inversiones anuales sobre todo en nuevos parques eólicos e instalaciones fotovoltaicas, aunque también en centrales eléctricas de leña alimentadas con madera y plantas de biogás. La elevada demanda ha originado un nuevo sector económico que tan solo en Alemania cuenta con más de 338.000 puestos de trabajo. Y también ha estimulado la producción eficiente a gran escala de instalaciones de energías renovables, lo que ha contribuido a un descenso considerable de los precios de estas instalaciones a nivel internacional. Así, por ejemplo, en 2014 un módulo solar costaba un 75 por ciento menos que cinco años antes. Mientras que en el año 2000 el kilovatio-hora de electricidad solar en Alemania se pagaba aproximadamente a 50 céntimos de euro, actualmente esta cifra se sitúa, en promedio, entre cuatro y cinco céntimos. Pese al moderado nivel de radiación solar en Europa central, la energía solar se ha convertido en una importante fuente para la producción de electricidad en Alemania. Las instalaciones fotovoltaicas suministran hoy en día alrededor de una quinta parte de la electricidad generada con energías renovables.

En estos momentos la fuente más importante de suministro eléctrico a partir de energías renovables es la eólica. Actualmente, la electricidad procedente de aerogeneradores terrestres tan solo cuesta una media de entre 1,9 y 2,5 céntimos por kilovatio-hora.

El reto al que se enfrenta ahora Alemania consiste en configurar el futuro desarrollo de las energías eólica y solar de tal modo que sigan siendo asequibles y contribuyan a la seguridad de abastecimiento. Con tal motivo, el Gobierno Federal ha reorientado las ayudas destinadas a las energías renovables en el sector de la electricidad. Se desarrollan principalmente las tecnologías eólicas y solares por su bajo coste. Los márgenes de desarrollo anuales asignados a las distintas tecnologías facilitan la planificación y el control de su expansión. Los operadores de instalaciones de energías renovables, al igual que las demás centrales, tienen que vender progresivamente la electricidad que producen en el mercado. De esta forma asumen más responsabilidad en el sistema de suministro de energía. Desde 2017 el monto de las ayudas para el conjunto de las plantas con una potencia superior a 750 kW se establece mediante un sistema de licitaciones específicas por tecnología. El plan afecta a cerca del 80 por ciento del refuerzo anual. Además, el refuerzo varía por regiones. Las cantidades licitadas son menores en todos los casos donde existen cuellos de botella en la red eléctrica. Estas medidas permitirán llevar adelante la historia de éxito de las renovables en el sector eléctrico. Además, gracias a la reducción de costos que esto conlleva, la modificación del sistema de fomento hace que se puedan aprovechar mejor las ventajas económicas que implica la transición energética.

**1994**

Lanzamiento al mercado del primer vehículo eléctrico de Europa producido en serie.

**1995**

Se celebra en Berlín la primera Conferencia Mundial sobre el Clima. Se inician las negociaciones sobre la reducción global de las emisiones de gases de efecto invernadero.



Costes

## “¿No les sale demasiado cara la transición energética a los ciudadanos alemanes?”

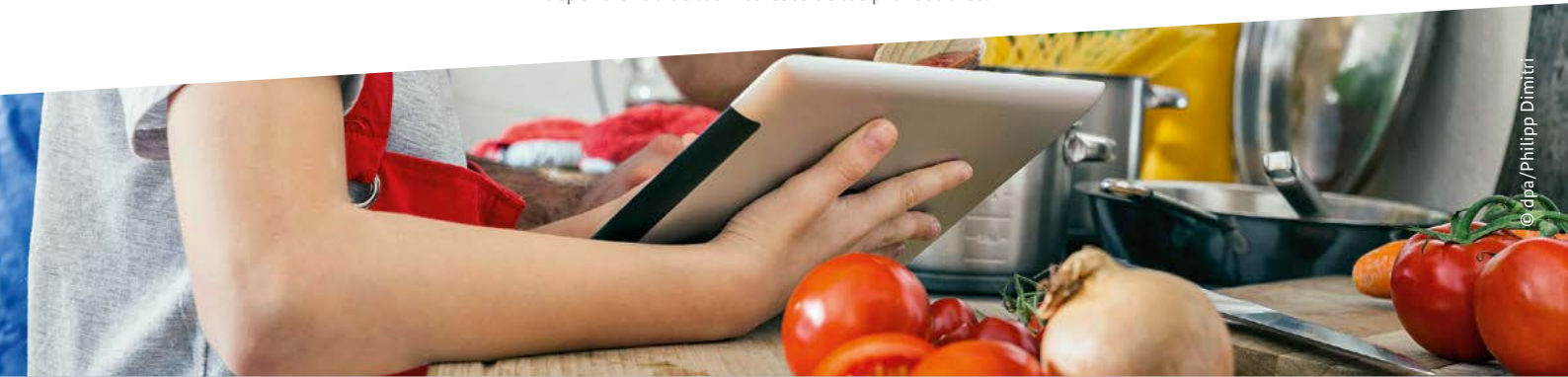
No, la transición energética velará también por que en el futuro la energía continúe siendo asequible. Al mismo tiempo, provee puestos de trabajo y una nueva fuerza económica. Los dos pilares en los que se basa este proyecto, la expansión de las energías renovables y la eficiencia energética, ayudarán a minimizar la dependencia de las importaciones de energía, mejorar la seguridad de abastecimiento y facilitar inversiones rentables en Alemania. La transición energética sale a cuenta.

### Cuánto gasta una familia al mes en energía

Gastos mensuales comparados de 2003 y 2016



El precio del crudo ha aumentado de forma significativa en la última década. Consecuencia: mientras que a finales de la década pasada los ciudadanos destinaban menos del seis por ciento de su gasto en consumo privado total en energía, en 2016 esta cifra rondaba el 7,5 por ciento. Esto se debe a que la mayor parte de la factura energética de los hogares alemanes recae en calefacción, agua caliente, cocina y combustibles basados en energías fósiles importadas. Después de que el precio del petróleo disminuyera a finales de 2014, traduciéndose en interesantes bajadas de precios también para los alemanes, los precios del crudo volvieron a subir en 2018. Así pues, los costos se mantienen impredecibles. De hecho, el precio de las energías fósiles y su disponibilidad seguirá dependiendo de los intereses de los proveedores.



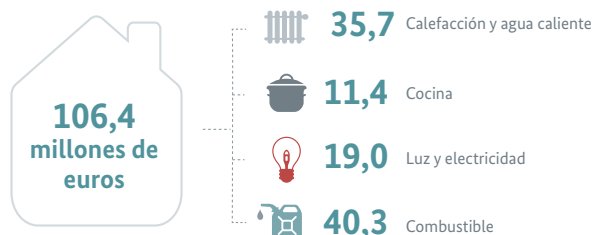
### 1996

Europa acuerda la apertura de sus mercados internos de la electricidad y del gas, limitados hasta entonces al ámbito nacional y a determinados territorios. La Comisión Europea publica la primera estrategia europea común para desarrollar las energías renovables.



### Cuánto gastan en energía los hogares alemanes en conjunto

Datos de 2016 indicados en miles de millones de euros



Esto equivale al 3 % de la renta nacional bruta alemana.

No cabe duda de que el proyecto “Energiewende” también conlleva gastos iniciales. Ha sido necesario realizar inversiones milmillonarias para construir una nueva infraestructura energética y poner en práctica medidas de eficiencia. En efecto, la expansión de las energías renovables ha contribuido a que en los últimos años aumentaran los precios medios de la electricidad para los hogares alemanes. Mientras que en 2007 los ciudadanos pagaban de media alrededor de 21 céntimos de euro por un kilovatio-hora, en la actualidad son cerca de 29 céntimos de euro. Con cada kilovatio-hora de electricidad consumida, los ciudadanos contribuyen a la financiación del desarrollo de las renovables por medio de la llamada “EEG-Umlage” (una tasa especial prevista en la EEG transferible a los usuarios). Dicha tasa se sitúa en 6,4 céntimos en 2019. El precio final que han de pagar efectivamente los ciudadanos depende de la conjunción de diversos factores de precio. Así, el precio de la electricidad en bolsa ha caído de manera acusada. Ello se debe a las crecientes cantidades de energía eléctrica generada a partir de energías renovables que

se venden a través de las bolsas de energía. Sumados, ambos elementos de precio –la tasa EEG y el precio de la electricidad en bolsa– han experimentado una constante disminución desde hace cuatro años. Por esa razón los costes de electricidad medios de los hogares se han mantenido estables durante el mismo período. Con el cambio al sistema de subasta disminuirán aún más los costos del fomento de las energías renovables y, consecuentemente, el gasto de los hogares.

Para los ciudadanos también es importante que la economía alemana no se resienta. Los costes de energía elevados repercuten en los precios de producto que abonan los consumidores y tienen un impacto negativo en la competitividad de las empresas. Razón por la cual Alemania ha eximido de parte del pago de la “EEG-Umlage” a empresas de elevado consumo energético. No obstante, esta ayuda se presta bajo la condición de que las empresas beneficiarias inviertan más en eficiencia energética.

### 1997

Se adopta el Protocolo de Kyoto con objeto de reducir internacionalmente las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Desde entonces ha sido ratificado por 191 países.



Protección del clima

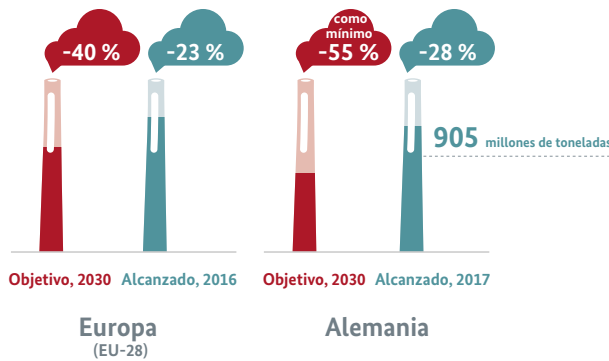
# Reducir gases de efecto invernadero

La transición energética es un elemento crucial de la protección del clima. Comparten el objetivo común de limitar las consecuencias que conlleva el cambio climático sobre el ser humano, la naturaleza y la economía a unos niveles sostenibles. Según cálculos de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), la Tierra no debe calentarse más de 2 °C por encima del nivel imperante en la era preindustrial. Por eso solo puede liberarse a la atmósfera una cantidad determinada de gases de efecto invernadero. Dado que el 65 por ciento de dicha cantidad ya se encuentra presente en la atmósfera, es preciso realizar grandes esfuerzos a escala nacional e internacional para reducir las emisiones.

El dióxido de carbono es el principal causante del cambio climático. Se produce principalmente al quemar combustibles fósiles. Más de un tercio de los gases de efecto invernadero en Alemania y mundial los emiten centrales eléctricas. La transición a recursos respetuosos con el clima como las energías renovables constituye por tanto un elemento fundamental de la protección del clima.

### Objetivos climáticos y progresos logrados

Reducción prevista y alcanzada de gases de efecto invernadero (comparado con 1990)



### Dónde se producen los gases de efecto invernadero

Datos en millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente 2017



1998

Alemania adopta una ley para abrir su mercado de la electricidad y del gas.

2000

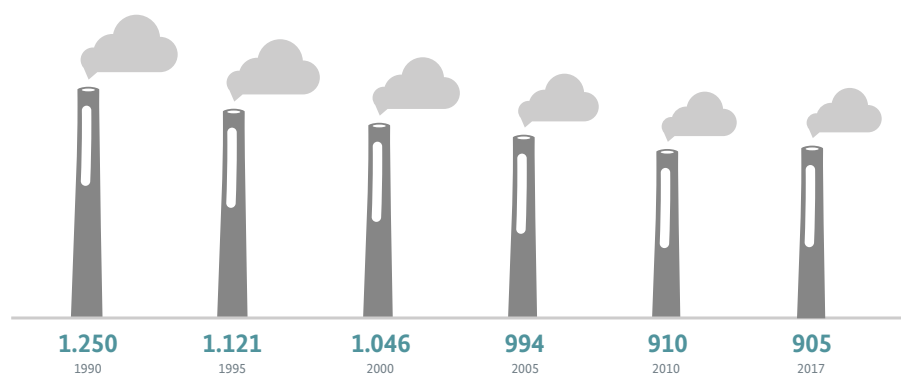
La Comisión Europea publica la primera estrategia común sobre energías renovables, eficiencia energética y protección del clima en Europa.





## Cómo ha reducido Alemania la emisión de gases de efecto invernadero

Datos en millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente



En 1997, con la firma del Protocolo de Kyoto, Alemania se comprometió a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero un 21 por ciento hasta 2012 en relación con los niveles de 1990. Desde entonces se han registrado notables avances. En 2017 ya se logró reducir las emisiones un 28 por ciento. Para generar mil millones de euros, las empresas alemanas emiten hoy en día la mitad de gases de efecto invernadero que en 1990.

Hasta 2030 Alemania quiere redoblar sus esfuerzos para reducir en al menos un 55 por ciento las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero. Para 2050 incluso se pretende disminuir las emisiones un 80-95 por ciento en relación con los niveles de 1990. Estos objetivos nacionales de reducción de emisiones forman parte de la política de protección climática europea e internacional. Los Jefes de Estado y de Gobierno de la UE se han comprometido a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 20 por ciento para 2020 y en al menos un 40 por ciento para 2030. 195 países firmaron en diciembre de 2015 el Acuerdo de París. A través de objetivos de protección climática propios tienen el propósito de reducir el calentamiento de la Tierra claramente por debajo de dos grados centígrados en el transcurso de este siglo.

El principal instrumento del que dispone Europa para proteger el clima es el comercio de derechos de emisión, el cual establece un límite global

máximo de emisiones contaminantes para todos los participantes. Dicho límite es vinculante para los países con grandes volúmenes de emisiones de gases de efecto invernadero e incluye gran parte de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energético y la industria. Por cada tonelada de gases de efecto invernadero, las empresas deben disponer de los derechos correspondientes que contemplen el respectivo volumen de emisión. Si la cantidad no fuera suficiente, pueden comprar derechos de emisión o invertir en tecnologías respetuosas con el clima. De este modo se evitan emisiones de CO<sub>2</sub> allí donde resulta más conveniente. Todos los sectores incluidos en el régimen de comercio de derechos de emisión de la UE deben alcanzar para 2030 una reducción de gases de efecto invernadero del 43 por ciento en relación con los niveles de 2005.

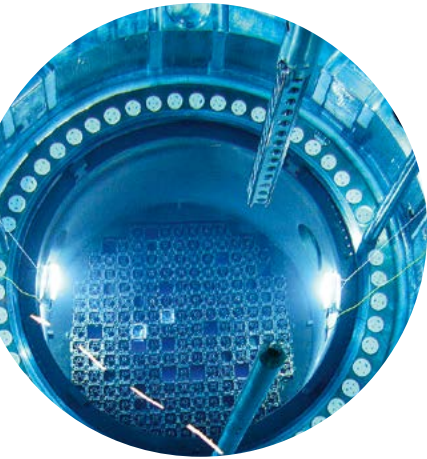
El Gobierno Federal ha elaborado un “Programa de Acción Protección del Clima 2020” y un “Plan Nacional de Protección del Clima 2050” para que Alemania pueda alcanzar sus objetivos de reducción nacionales. El programa de acción contiene diferentes medidas destinadas a la mejora de la eficiencia energética y a un diseño del transporte, la industria y la agricultura más respetuosos con el clima. En el plan de protección del clima se formulan objetivos de reducción de CO<sub>2</sub> a largo plazo para los distintos sectores, incluyendo la energía y la industria.

### 2000

Entra en vigor la Ley alemana de energías renovables (EEG), que se convierte en una herramienta clave para impulsar la expansión de las energías renovables en Alemania

### 2000

El Gobierno Federal acuerda abandonar la energía nuclear, vida útil máxima de una central: 32 años en servicio.



Energía nuclear

# El abandono de la energía nuclear

Durante décadas el uso de la energía nuclear para la producción de electricidad provocó grandes controversias en Alemania. Para muchos alemanes resulta difícil de evaluar el riesgo tecnológico y temen las posibles consecuencias de una catástrofe nuclear para el ser humano, la naturaleza y el medio ambiente. El accidente ocurrido en Chernóbil (Ucrania) en 1986, en el que también se contaminaron partes de Alemania, confirmó estos temores. En el año 2000 el Gobierno Federal decidió abandonar por completo el uso de la energía nuclear para la producción de electricidad y sustituirla por fuentes renovables para el suministro de energía. El acuerdo adoptado conjuntamente con los operadores de las centrales nucleares preveía una limitación de la vida útil de las centrales existentes y la prohibición de construir centrales nuevas.

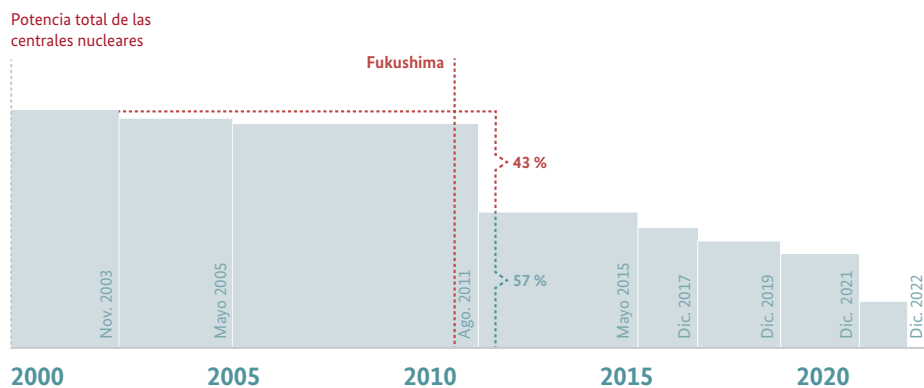
En el año 2010 se modificó el acuerdo adoptado. La vida útil de las centrales nucleares todavía en funcionamiento se prolongaría para servir de puente hasta que las energías renovables pudieran reemplazarlas por completo. Tras el accidente ocurrido en la central nuclear japonesa de Fukushima en marzo de 2011 el Gobierno Federal anuló esta decisión.

Los serios riesgos que entrañan las centrales nucleares generan elevados costos en materia de seguros y mecanismos de seguridad. Por esta razón, el abandono de la energía nuclear resulta también razonable desde el punto de vista económico.

© dpa/Ulj Deck

## ¿Cuándo se cerrarán las centrales nucleares?

Reducción prevista de la potencia de las centrales nucleares alemanas hasta finales de 2022



### 2002

Entra en vigor el primer reglamento alemán sobre ahorro energético, que establece requisitos de eficiencia energética tanto para edificios existentes como de nueva construcción.



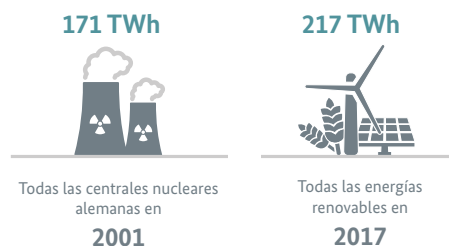
### ¿Dónde hay centrales nucleares en Alemania?

Instalaciones cerradas e instalaciones operativas



### Producción anual máxima en cifras

Pico de la producción anual de electricidad en teravatios-hora



El Parlamento alemán acordó por amplia mayoría dejar de utilizar la energía nuclear para la producción de electricidad tan pronto como fuera posible. Varias centrales nucleares tendrían que poner fin a la producción de electricidad con la entrada en vigor de la ley, las instalaciones restantes dejarían de funcionar sucesivamente hasta finales de 2022. En estos momentos todavía operan siete centrales nucleares que proporcionan aproximadamente una octava parte de la electricidad en Alemania.

La gestión que requieren los residuos radiactivos muestra también los retos que implica el uso de la energía nuclear. Para proteger a la población y el medio ambiente es necesario mantener los residuos aislados de la biosfera de forma segura durante mucho tiempo. En opinión de los expertos, la mejor manera de lograrlo es mediante el almacenamiento definitivo en formaciones geológicas profundas.

Alemania desea gestionar sus residuos radiactivos dentro de su propio país. No obstante, la búsqueda de un emplazamiento adecuado para el

almacenamiento definitivo resulta difícil. Hasta la fecha, la población de los emplazamientos potenciales o ya estudiados se ha mostrado en buena medida contraria.

Por este motivo, Alemania ha tomado una nueva vía en la que todos los segmentos de la sociedad participen en un procedimiento de búsqueda transparente con base científica. Hasta el año 2031 deberá encontrarse el emplazamiento para un depósito definitivo en el que, en concreto, se custodien residuos radiactivos de alta actividad. Dicho emplazamiento deberá ofrecer un nivel óptimo de seguridad para un período de un millón de años. Por eso, el almacenamiento definitivo de los residuos encarece aún más el costo de la energía nuclear.

Para los residuos de baja y media radiactividad Alemania ya dispone de un almacén definitivo autorizado. La puesta en servicio del almacén Konrad está prevista para el año 2022.

#### 2003

Europa acuerda un comercio obligatorio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

#### 2004

En la actualidad 160.000 personas trabajan en el sector de las energías renovables en Alemania.



© dpa/Jens Büttner

**2005**

Se pone en marcha el comercio europeo de derechos de emisión, en el que participan todos los Estados miembros de la UE.

**2007**

La Unión Europea adopta un paquete de medidas sobre clima y energía hasta 2020 que contiene objetivos vinculantes para la expansión de las energías renovables, la protección del clima y la eficiencia energética.

Economía y valor añadido

# “¿No se perderán muchos puestos de trabajo con la transición energética?”

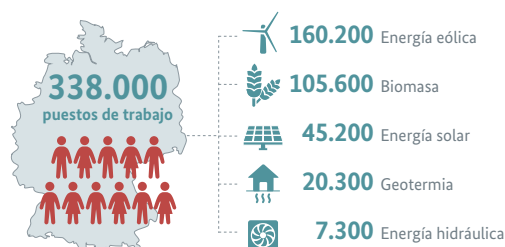
## Elevadas inversiones en nuevas instalaciones de todas las energías renovables

Inversiones anuales en instalaciones de producción en Alemania, en miles de millones de euros



## Número de puestos de trabajo que ofrecen las energías renovables

Puestos de trabajo en Alemania, 2016



Todo lo contrario. La transición energética merece la pena también desde el punto de vista económico. Reduce la contaminación y las emisiones de gases de efecto invernadero, fomenta la innovación, incrementa el valor agregado en Alemania y evita los gastos de importación de energía. Con la expansión de las energías renovables y la rehabilitación energética de los edificios gran parte del volumen de negocio permanece en el país. En efecto, las tareas de gran intensidad de mano de obra como la instalación o el mantenimiento las asumen empresas de las propias regiones.

Mediante la expansión de las energías renovables y las inversiones en eficiencia energética surgen nuevas profesiones y puestos de trabajo en sectores de futuro. Simplemente con las distintas medidas en materia de eficiencia energética en la industria y el sector manufacturero y en la rehabilitación de edificios se han creado 560.000 puestos de trabajo

más. Y las inversiones en energías renovables han hecho que el número de empleados en este sector aumente en más del doble en un plazo de diez años.

Estos nuevos puestos de trabajo reemplazan en parte trabajos en sectores de la industria muy relacionados con los combustibles fósiles, sobre todo en la extracción de petróleo, gas y carbón, así como en la producción de electricidad. A ello hay que añadir los cambios estructurales de carácter general. Por ejemplo, la apertura de los mercados energéticos en Europa incrementa la competencia, lo que a su vez exige más eficiencia de las empresas. Todos estos factores en conjunto conducen también a una adaptación de los puestos de trabajo. Por este motivo, a lo largo de los últimos años ha ido disminuyendo el número de empleados en empresas de la industria energética convencional.

2007

Louis Palmer comienza su vuelta al mundo a bordo del “Taxi Solar”, un vehículo propulsado únicamente por energía solar. Su viaje dura 18 meses.



Transición energética a nivel internacional

## “En Alemania la transición energética puede funcionar, pero ¿qué pasa con los países económicamente más débiles?”

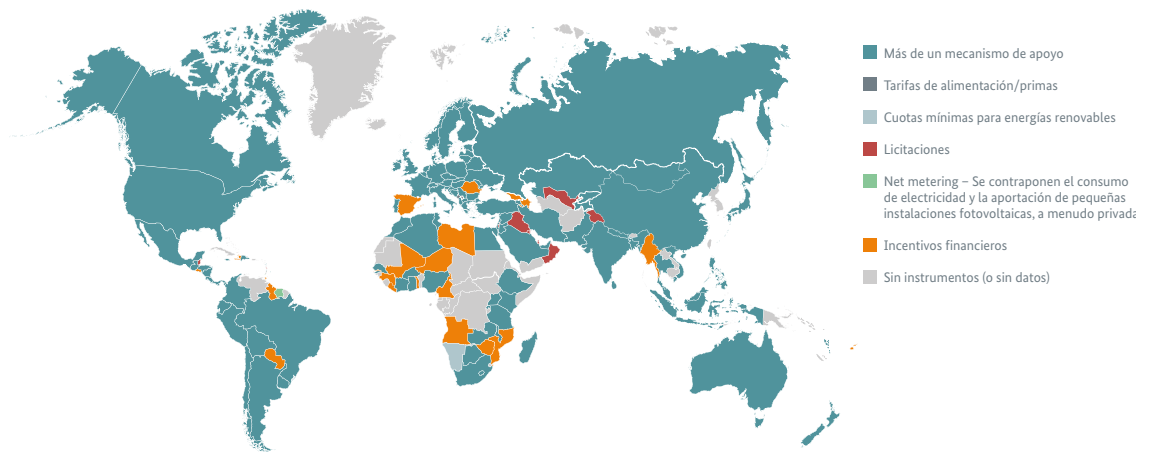
© dpa/epa Business Wire

La transición energética no es un lujo, sino que promueve un desarrollo sostenible y económicamente provechoso. En efecto, la transición energética es un impulsor de la innovación que fomenta el crecimiento, la prosperidad y el empleo en sectores de futuro. Por eso, no es de extrañar que, en principio, todos los países quieran diseñar un sistema energético más sostenible.

En los últimos años, los precios de tecnologías renovables innovadoras como la eólica y la solar han disminuido considerablemente en todo el mundo. A ello han contribuido de manera importante las inversiones tempranas en investigación y desarrollo, así como el fomento de las energías renovables en el desarrollo del mercado en distintos países industrializados, con Alemania a la cabeza.

### Casi todos los países desean expandir las energías renovables

Países con instrumentos políticos y objetivos en materia de energías renovables



#### 2008

Alemania instauro un certificado energético para informar sobre el consumo de energía y la calidad energética de los edificios. La Ley alemana de energías renovables en el sector del calor (EEWärmeG) establece una cuota determinada de energías renovables para la generación de calor en edificios de nueva construcción.



## A nivel mundial, ¿dónde se encuentra la mayor parte de las instalaciones?

Capacidad de las instalaciones para la producción de electricidad hasta 2017



Gracias a la reducción del coste de las inversiones y a unos menores costes de funcionamiento, en algunas regiones del mundo las energías renovables ya son competitivas sin subvenciones. En Norteamérica y Sudamérica los parques eólicos y las instalaciones de energía solar de gran tamaño, por ejemplo, suministran electricidad más barata que las nuevas centrales eléctricas que utilizan combustibles fósiles. Países como China, Brasil, Sudáfrica o la India son líderes en el desarrollo de las renovables. Su proliferación, no obstante, se ha visto en parte dificultada debido a que los países subvencionan los combustibles fósiles para mantener bajos los precios de consumo. Con alrededor de 325.000 millones de dólares al año, estas subvenciones son dos veces tan alto como las ayudas a las energías renovables. Si en lugar de ello estos fondos se emplearan en programas para mejorar la eficiencia energética, se triplicarían los recursos disponibles.

Al tratarse de recursos autóctonos, las energías renovables reducen la dependencia de las importaciones de energía y la volatilidad de los precios de mercado de los combustibles fósiles. Pueden contribuir de manera significativa a cubrir las crecientes necesidades energéticas de los países emergentes y en desarrollo sin ocasionar un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero o daños medioambientales locales.

En regiones con un bajo nivel de infraestructuras, donde la electricidad tiene que producirse costosamente con generadores diésel, las energías renovables son asimismo la alternativa más barata. Las centrales solares y los parques eólicos pueden instalarse en un tiempo relativamente corto, requieren unas fases de planificación y unos plazos de construcción bastante más cortos que los de las centrales eléctricas de carbón o las centrales nucleares. Así pues, de entrada proporcionan acceso a la energía eléctrica a muchas personas. También por ese motivo muchos países han lanzado programas de fomento de las energías renovables.

Alemania apuesta en todo el mundo por una política energética sostenible, innovadora y asequible y comparte su experiencia en transición energética. Mantiene una estrecha colaboración con sus vecinos europeos y socios internacionales. Alemania tiene un papel activo en organismos y organizaciones multilaterales y mantiene un gran número de asociaciones energéticas bilaterales con países como la India, China, Sudáfrica, Nigeria o Argelia.

### 2009

75 Estados fundan la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA).

### 2009

La Ley alemana sobre desarrollo de líneas para el transporte de energía (ENLAG) agiliza la autorización de nuevas líneas de alta tensión en Alemania.

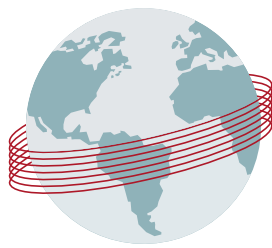
La red eléctrica

# Una red inteligente y flexible



La transición energética requiere una infraestructura moderna y potente. Por este motivo, deben desarrollarse las líneas eléctricas y flexibilizarse el sistema en su conjunto. Cuando se cierran las centrales nucleares alemanas, de la producción de electricidad se encargarán sobre todo las energías renovables del norte y el este de Alemania. En el sur del país se necesita esta energía. Allí deben sustituirse las centrales nucleares, son regiones con mucha población en las que operan grandes industrias. Por eso las nuevas autopistas de la electricidad con una tecnología especialmente eficiente deberán transportar la electricidad generada a partir de la energía eólica desde el norte y el este de Alemania directamente hasta el sur.

**La red eléctrica alemana tiene 1,8 millones de kilómetros de longitud**



Esto equivale a **45** vueltas alrededor de la Tierra a la altura del ecuador.

**Dónde se va a desarrollar la red eléctrica**

Nuevas líneas previstas en la red alemana de alta tensión



El segundo impulsor del desarrollo de la red en Alemania es el mercado interior europeo de la energía. Para que la electricidad pueda fluir en toda Europa y tenga un precio razonable para el consumidor, Europa requiere una infraestructura fuerte y más allá de las fronteras nacionales. Con este fin, los gestores europeos de redes eléctricas presentan un plan conjunto de desarrollo de redes cada dos años. Todos los proyectos alemanes están incluidos en dicho plan.

Los gestores de redes responsables calculan en un procedimiento propio qué líneas eléctricas se necesitan en Alemania a 10 y 20 años vista. Sus propuestas las estudia una autoridad estatal, la Agencia Federal de Redes, en un proceso que consta de varias fases con la colaboración activa de los ciudadanos. Este organismo sopesa de forma abierta qué soluciones se ajustan mejor a las necesidades de las personas, el medio ambiente y la economía.

## 2010

El Gobierno Federal aprueba un plan energético que incorpora una estrategia a largo plazo para abastecer de energía a Alemania hasta el año 2050.

## 2010

La UE adopta una Directiva relativa a la eficiencia energética de los edificios. A partir de 2021 todos los edificios nuevos deberán tener un consumo de energía casi nulo.



## “La transición energética es el ‘Viaje a la luna’ de Alemania.”

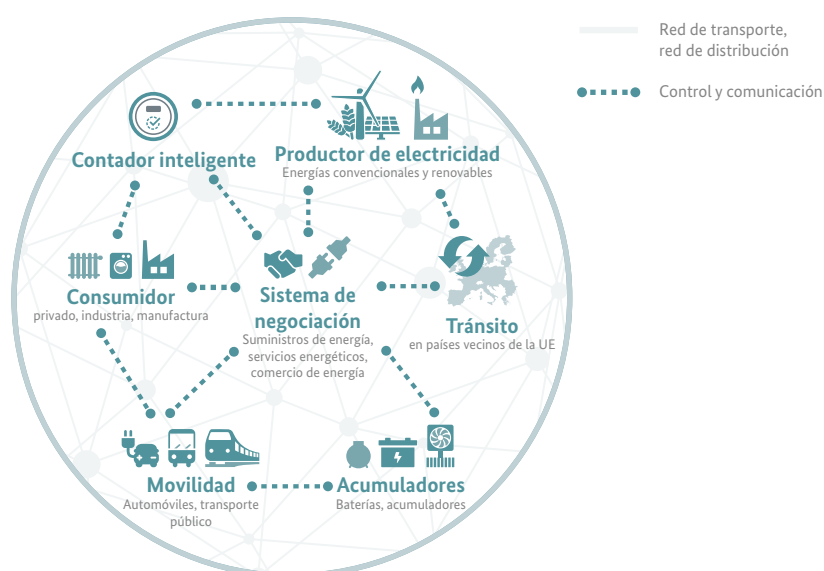
Frank-Walter Steinmeier, presidente de la República Federal de Alemania

También la red de distribución debe adecuarse a la transición energética. En un principio solo estaba pensada para la microdistribución de la electricidad a los consumidores. Funcionaba como una vía de sentido único. Actualmente casi todas las instalaciones solares y muchas turbinas eólicas alimentan la red de distribución con su electricidad. Lo que no se necesita a nivel local, fluye en sentido inverso. Además, la producción de electricidad procedente de energías renovables oscila debido a las condiciones meteorológicas. Con sol las instalaciones so-

lares producen mucha electricidad, con nubes su potencia disminuye con rapidez. Para que las redes de distribución se mantengan estables incluso con una producción variable es necesario seguir desarrollando redes inteligentes. En una “smart grid” de este tipo se comunican todos los actores entre sí: desde la producción, pasando por el transporte, el almacenamiento y la distribución, hasta el consumidor. De esta forma, la producción y el consumo de electricidad pueden coordinarse mejor y adaptarse a corto plazo.

### Cómo funciona una “smart grid” (red inteligente)

Representación simplificada de actores, infraestructura y vías de comunicación



#### 2010

La Agencia Alemana de Energía publica un estudio sobre el desarrollo que requiere la red eléctrica para alcanzar una cuota de alrededor del 40 por ciento de energías renovables en Alemania.

#### 2011

Se produce un grave accidente en una central nuclear de Fukushima (Japón). Alemania decide dejar de usar energía nuclear para generar electricidad a más tardar en 2022. Se cierran inmediatamente ocho centrales antiguas.



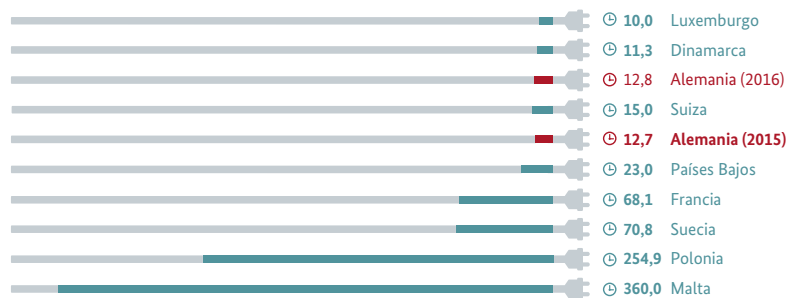
Seguridad de abastecimiento

## “Pero con tanta energía eólica y solar, ¿no se corre el riesgo de que el abastecimiento ya no sea seguro?”

Los alemanes pueden confiar en que en el futuro también recibirán electricidad de forma segura. El suministro de energía en Alemania es de los mejores del mundo. De las 8.760 horas que tiene un año el suministro eléctrico, en promedio, solo se interrumpe 12,8 minutos. En los últimos años este valor incluso ha mejorado aunque la cuota de energía eólica y solar se haya incrementado.

### Los apagones son infrecuentes en Alemania

Duración media de las interrupciones totales en el suministro eléctrico en minutos, en 2013



Los apagones casi nunca se deben a fluctuaciones en la producción de electricidad. La mayoría de las veces se deben a causas exógenas o a fallos humanos. Esto es lo que sucedió en el último gran apagón que se produjo en partes de Alemania el 4 de noviembre de 2006. La causa del apagón, que duró horas, fue la desconexión programada de una línea. Esto originó una sobrecarga de otras líneas y una reacción en cadena en la red eléctrica europea. Desde dicha incidencia los mecanismos de seguridad en Alemania y los países vecinos europeos se han seguido mejorando.

Para evitar cuellos de botella Alemania, por ejemplo, ha creado una reserva fija de centrales eléctricas adicionales. Resultan especialmente importantes en los meses de invierno. En efecto, en dicha estación el consumo es muy alto y los parques eólicos alemanes producen la mayor parte de la electricidad. En caso de que las redes eléctricas se vieran sobrecargadas al fluir mucha electricidad del norte al sur, en el sur se recurriría a las centrales eléctricas de reserva.

#### 2011

La Comisión Europea publica la “Hoja de Ruta de la Energía para 2050”, que contiene una estrategia a largo plazo para la protección del clima y el abastecimiento energético en Europa.

#### 2012

En la Conferencia Mundial sobre el Clima de Doha se prorroga el Protocolo de Kyoto hasta 2020.



Actualmente las energías renovables suponen por horas una cuota de más del 60 por ciento del suministro alemán de electricidad. Estos valores continuarán incrementándose en los próximos años. En este caso, las distintas energías renovables se complementan entre sí. Simulaciones han demostrado que, si se combina la producción de las instalaciones respectivas, luego suministran electricidad de forma mucho más fiable en su conjunto. En las fases en las que no hay sol ni sopla viento, se recurre a centrales convencionales flexibles. Sobre todo las centrales eléctricas de gas son adecuadas para suministrar electricidad rápidamente, aunque también lo son las centrales de acumulación mediante bombeo y las centrales de bioenergía. A medio y largo plazo estos períodos se neutralizarán también con acumuladores.

Los propios consumidores de electricidad desempeñan un papel importante. Pueden recibir incentivos para consumir electricidad cuando hay mucha disponible, por ejemplo en los períodos de fuerte

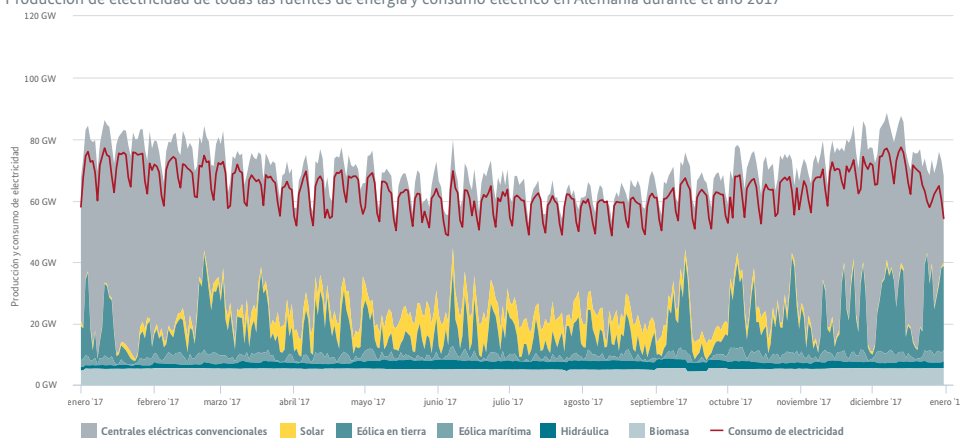
viento. Los grandes consumidores como fábricas y almacenes frigoríficos pueden así reducir considerablemente la presión sobre el sistema en su conjunto.

La tarea más importante es reorganizar el mercado de la electricidad en esa línea. A tal fin Alemania ha iniciado un proceso de reformas y puesto en marcha los primeros pasos. Una característica fundamental es la flexibilidad. Todos los actores del mercado de la electricidad deben reaccionar de la mejor manera posible a la fluctuación en la producción de electricidad eólica y solar. Al mismo tiempo, las redes necesitan competencia entre las distintas compensaciones a fin de mantener bajos los costes totales.

Por otro lado, la integración de los mercados eléctricos regionales de Europa, hasta ahora independientes, y el desarrollo transfronterizo de las redes aportarán más estabilidad y flexibilidad también en Alemania.

### Cómo fluctúa la producción de energías renovables

Producción de electricidad de todas las fuentes de energía y consumo eléctrico en Alemania durante el año 2017



#### 2013

Alemania adopta la primera Ley federal de demanda energética (BBPig) para planificar el desarrollo necesario de la red de transmisión de electricidad.

#### 2013

Se produce en serie en Alemania el primer automóvil diseñado con motor exclusivamente eléctrico.



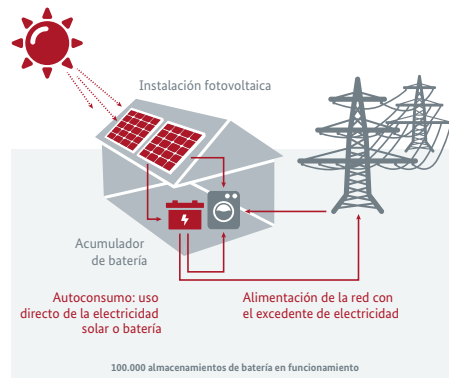
Tecnologías de almacenamiento

# Energía almacenada

En el año 2050 el 80 por ciento de la electricidad procederá de energías renovables, principalmente de parques eólicos e instalaciones fotovoltaicas. Si repentinamente en Alemania no luciera el sol ni soplara viento, se necesitará un sistema eléctrico que pueda adaptarse con rapidez y flexibilidad a tales situaciones. Una opción son las tecnologías de almacenamiento de energía. En los periodos de mucho viento y sol pueden acumular electricidad. Y pueden volver a suministrarla en función de las necesidades también en periodos de calma, oscuridad y cielos nublados.

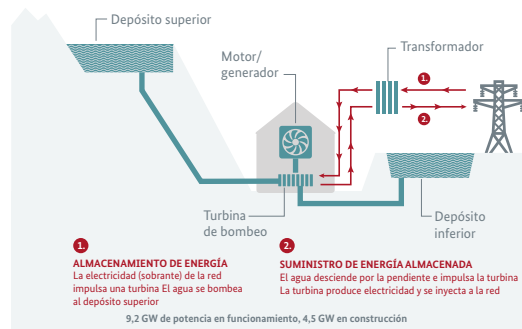
## El almacenamiento doméstico: baterías

Combinación de instalación fotovoltaica y batería para autoconsumo y alimentación de la red



## Utilizar depósitos naturales: almacenamiento por bombeo

Estructura de un sistema de almacenamiento por bombeo



Existen numerosas soluciones de almacenamiento: las tecnologías temporales como baterías, condensadores o acumuladores mediante volante de inercia pueden almacenar y suministrar energía eléctrica varias veces al día. Sin embargo, su capacidad es limitada.

Para almacenar energía eléctrica durante periodos más largos, en Alemania se utilizan centrales hidroeléctricas de bombeo. En estos momentos se encuentra conectada a la red alemana una potencia de bombeo de alrededor de nueve gigavatios, encontrándose una parte de las instalaciones en Luxemburgo y Austria. Con estos datos Alemania dispone de las mayores capacidades de la Unión Europea, pero solo puede ampliarlas hasta cierto límite. Por ese motivo existe una intensa cooperación con países que disponen de grandes niveles de almacenamiento. Se trata principalmente de Austria, Suiza y Noruega.

### 2013

Se pone en funcionamiento en Alemania la primera planta "Power to Gas" a escala industrial del mundo.

### 2014

Alemania reforma su Ley de energías renovables, que incorpora por primera vez objetivos de desarrollo anuales y mejora la integración de las energías renovables en el mercado.



Otra alternativa para almacenar cantidades de energía más a largo plazo son las tecnologías de almacenamiento de energía mediante aire comprimido. En este caso, con la energía sobrante se comprime aire en almacenes subterráneos, por ejemplo en cavidades de minas de sal. Cuando se requiere, el aire comprimido impulsa un generador y vuelve a producir electricidad.

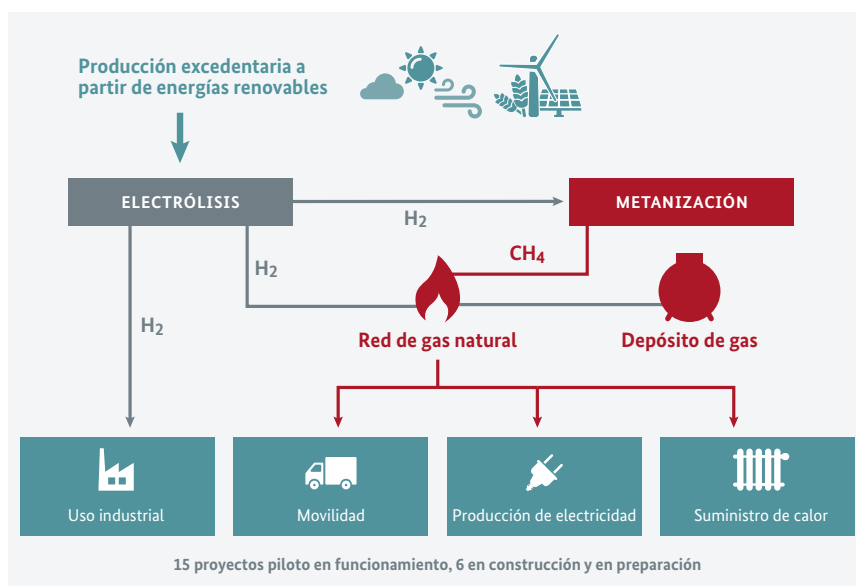
Como enfoque para el almacenamiento a largo plazo, el “Power to Gas” parece más prometedor. En este caso, la electricidad procedente de energías renovables se transforma mediante electrólisis en hidrógeno o gas natural sintético. Las ventajas: el hidrógeno o el gas natural pueden almacenarse, utilizarse directamente o incorporarse a la red de gas natural. Son fáciles de transportar y pueden utilizarse de manera flexible. Las centrales eléctricas, cuando lo requieren, pueden volver a transformarlos en electricidad y calor, y los consumidores pueden cocinar, calentarse o utilizar su vehículo con ellos.

Por ese motivo, el Gobierno Federal está impulsando la investigación y el desarrollo tendentes a reducir los costos del almacenamiento de energía. Desde 2011 existe la iniciativa de ayuda “Almacenamiento”. Además, desde 2013 promueve pequeños acumuladores descentralizados conectados a instalaciones fotovoltaicas. Un nuevo campo de aplicación para las baterías es la compensación rápida de desequilibrios menores en la red eléctrica. De este modo, los automóviles eléctricos que no se usan en ese momento pueden contribuir también a la estabilidad del suministro eléctrico. La introducción en el mercado de un sistema de baterías de este tipo impulsará la investigación y la innovación y reducirá los costes.

En los próximos años crecerá la demanda de acumuladores de energía, especialmente para el montaje en vehículos eléctricos. Se espera que los costes de sistema para todas las tecnologías de almacenamiento en la red eléctrica sean favorables a largo plazo, una vez que la cuota de energías renovables sea muy alta. A corto y medio plazo será más asequible apostar por otras medidas como, por ejemplo, el desarrollo de las redes eléctricas o el control de la producción y el consumo para lograr un uso eficiente de la energía.

### Conversión de electricidad en gas

Principio de funcionamiento de la electrólisis y metanización y posibles usos



#### 2014

La UE fija una serie de objetivos en materia de clima y energía para 2030: el 40 por ciento de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, al menos el 27 por ciento de cuota de energías renovables y al menos el 27 por ciento de reducción del consumo energético.

#### 2014

Alemania adopta el Plan de Acción Nacional de Eficiencia Energética y lanza el “Programa de Acción Protección del Clima 2020”.



Los ciudadanos y la transición energética

## “¿Y qué obtienen los ciudadanos de la transición energética?”

La transición energética solo podrá tener éxito si recibe el respaldo de la ciudadanía. Y esto depende esencialmente de que la energía siga siendo asequible para los consumidores particulares. Ahora bien, los ciudadanos también pueden beneficiarse directamente de la transformación del suministro energético. Y así muchos ciudadanos se asesoran sobre dónde pueden ahorrar más energía en el hogar.

Si desean cambiar su antigua instalación de calefacción o rehabilitar su casa, aprovechan créditos a bajo interés y subvenciones estatales. Si desean alquilar una nueva vivienda, obtienen automáticamente información sobre el consumo de energía y los costes asociados. Y si quieren comprar una lavadora, un ordenador o una lámpara nuevos, pueden consultar en una etiqueta la eficiencia energética de cada producto.

### ¿Cuántas instalaciones poseen los ciudadanos?

Cuotas en la potencia instalada de energías renovables para la producción de electricidad según grupos de propietarios



**42 %**  
ciudadanos

(propietarios individuales, sociedades energéticas de ciudadanos, participaciones de ciudadanos)



**16 %**  
proveedores de energía



**41 %**  
inversores

(inversores institucionales y estratégicos)



2014

Con una cuota del 27,4 por ciento en el consumo de electricidad, las energías renovables son por primera vez la fuente de energía más importante en Alemania.

2015

Se reúne en París la XXI Conferencia Internacional sobre Cambio Climático. 195 países convienen en limitar el calentamiento del planeta a un máximo de dos grados centígrados.



También en el sector clásico de la energía se movilizan los ciudadanos. La electricidad y el calor ya no solo los producen los proveedores de energía pequeños o grandes, sino también los propios ciudadanos. Son propietarios de instalaciones solares, participan en parques eólicos y operan instalaciones de biogás. De los más de 1,5 millones de instalaciones fotovoltaicas que hay en Alemania, gran parte están montados en los tejados de viviendas unifamiliares. Los ciudadanos participan financieramente en alrededor de la mitad de los parques eólicos de Alemania. En el caso de la bioenergía, casi la mitad de las inversiones totales la realizan los agricultores.

Quien no tenga la posibilidad de construirse una instalación de renovables o financiarla por su cuenta, puede asociarse con otros. De hecho, existen unas 850 cooperativas energéticas con más de 180.000 cooperativistas que invierten conjuntamente en proyectos relacionados con la transición energética. Los ciudadanos pueden participar con cuotas desde 100 euros.

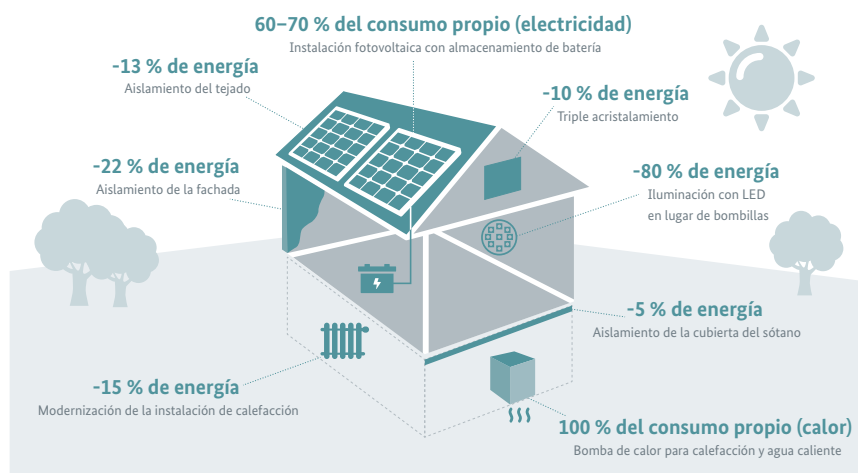
Además, los ciudadanos pueden dar su opinión de muchas formas sobre la organización concreta de la transición energética. Pueden exponer sus

inquietudes y deseos cuando, por ejemplo, en su región se planifica un nuevo parque eólico. Su participación es especialmente intensa en las autotopistas de la electricidad previstas, que transportarán grandes cantidades de electricidad por toda Alemania. Aquí los ciudadanos pueden implicarse en la misma evaluación de las necesidades de desarrollo de la red y dar su opinión. Y todas las demás fases de planificación, inclusive la decisión relativa al trazado concreto, también se realizan con participación ciudadana. Además, antes de que comience el procedimiento formal, los ciudadanos reciben de la Agencia Federal de Redes y los operadores de red información detallada sobre los proyectos de líneas.

Estas actividades se completan con la iniciativa “Bürgerdialog Stromnetz” (diálogo ciudadano sobre la red eléctrica). Esta iniciativa está presente con oficinas de atención al ciudadano y ofertas de diálogo directamente en las regiones en las que están previstos proyectos de desarrollo y ofrece interlocutores fijos para todos los asuntos relacionados con el desarrollo de la red. Mediante este debate realizado con la debida antelación los proyectos energéticos se implementan mejor y se incrementa su aceptación.

### ¿Cómo puede beneficiarse el ciudadano en su hogar de la transición energética?

Opciones disponibles para mejorar la eficiencia energética y utilizar energías renovables tomando como ejemplo una vivienda unifamiliar de los años 70



#### 2016

El 4 de noviembre entra en vigor el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático. Alemania reforma la promoción de las energías renovables: A partir de 2017 existen licitaciones para todas las tecnologías.

#### 2018

El Consejo y el Parlamento de la Unión Europea acuerdan un reglamento para un sistema administrativo que promueva el desarrollo y la utilización de energías renovables en la UE.

# Glosario – Exposición itinerante

## Acumulación por bombeo

El sistema de acumulación por bombeo o las centrales hidroeléctricas de acumulación por bombeo constituyen una tecnología eficaz para almacenar energía. En este tipo de almacenamiento la electricidad sobrante de la red eléctrica se utiliza para bombear agua a un embalse situado en una cota más alta. En los momentos de mayor demanda de energía eléctrica se libera agua turbinándola para generar la electricidad necesaria.

## Acumuladores mediante volante de inercia

Los acumuladores mediante volante de inercia pueden absorber a corto plazo electricidad sobrante de la red, almacenándola de forma mecánica. Un motor eléctrico hace funcionar un volante de inercia y la energía eléctrica se transforma en energía de rotación. Cuando se necesita recuperarla en forma de electricidad el volante activa un motor eléctrico. Tal como ocurre con las baterías, los volantes de inercia están especialmente indicados para construcciones modulares. El principio técnico básico ya se conocía en la Edad Media, aunque en esa época no fuera utilizado en combinación con la energía eléctrica. Los volantes de inercia son sobre todo una alternativa para almacenar electricidad sobrante a corto plazo y suministrarla enseguida a la red eléctrica.

## Almacenamiento de energía por aire comprimido

En el almacenamiento de energía por aire comprimido se utiliza energía eléctrica para almacenar aire a altas presiones en cavidades subterráneas. En caso de necesidad el aire comprimido puede ser liberado a través de una turbina para generar electricidad. Esta tecnología se ha usado poco hasta la fecha, no obstante se considera una opción para almacenar la energía eléctrica sobrante generada por fuentes renovables. Las cavernas excavadas en minas de sal impermeables se consideran un depósito natural seguro

para el almacenamiento. Durante el proceso de adecuación de la cavidad tienen que resolverse algunos problemas geológicos, ya que no existe ninguna posibilidad de estabilizar el sistema posteriormente en caso de inestabilidad. Asimismo tampoco puede alterarse el estado de tensión de las rocas circundantes.

## Batería

Las baterías son dispositivos de almacenamiento químico de energía eléctrica. Si se conectan a un circuito, se descargan y circula corriente. Las baterías recargables que se utilizan por ejemplo en automóviles eléctricos y teléfonos celulares se denominan acumuladores (abreviatura en alemán “Akkus”). También se usan baterías recargables en conexión con las energías renovables, como por ejemplo las plantas fotovoltaicas; en este caso reciben, entre otros, el nombre de acumulador de batería (en alemán Batteriespeicher). Las baterías solo pueden almacenar una cantidad limitada de carga eléctrica en función de su capacidad (expresada en amperios por hora, Ah).

## Bomba de calor

Las bombas de calor absorben energía térmica del entorno, por ejemplo de capas más profundas del subsuelo, que se utiliza para calentar agua o edificios. La electricidad necesaria para ello puede obtenerse a partir de energías renovables. Los frigoríficos se basan en este mismo principio, ya que refrigeran el interior, liberando calor al exterior.

## Calefacción de pellets

Los pellets de madera son bolitas o pequeños cilindros elaborados a partir de virutas o serrín comprimidos y son usados como combustible para calefacciones específicas. Debido a su compresión

poseen una gran densidad de energía y no ocupan tanto espacio como por ejemplo la leña. Las calefacciones de pellets son carbono neutrales, ya que durante su combustión solo se libera el dióxido de carbono almacenado en los árboles de los que procede la madera.

## Carsharing

Mediante el carsharing (uso compartido de automóviles) varios usuarios comparten un vehículo. Para ello por regla general se hacen clientes de una empresa propietaria de los vehículos, que pueden alquilarse en función de las necesidades de los usuarios registrados. A diferencia de los alquileres tradicionales, el carsharing permite disponer a corto plazo del automóvil y reservado por ejemplo solo por media hora. Muchos municipios disponen de plazas de estacionamiento privilegiado para ofertas de carsharing. También permiten el uso de los carriles bus para vehículos compartidos.

## Centrales eléctricas de reserva

Las centrales eléctricas de reserva se utilizan cuando se producen de repente cuellos de botella en el abastecimiento eléctrico. Entre este tipo de centrales las más idóneas son sobre todo las centrales de gas, ya que pueden iniciar y parar su funcionamiento rápidamente.

## Comercio de derechos de emisión

En Europa las emisiones de CO<sub>2</sub> poseen un valor comercial. La industria energética y muchos sectores industriales deben presentar derechos de emisión por cada tonelada de gases de efecto invernadero que emitan. En caso de que no cuenten con derechos suficientes tienen que adquirirlos en bolsas especializadas. Si ahorran emisiones pueden vender los derechos sobrantes. El hecho de que el número total de derechos disponibles



disminuya cada año incentiva a las empresas para que inviertan en medidas de ahorro energético o recurran a otras energías más respetuosas con el clima.

### Condensadores

Los condensadores pueden almacenar electricidad por un periodo reducido de tiempo. Un condensador está formado por dos componentes, por ejemplo, bolas o placas de metal. Uno de los componentes tiene una carga positiva y el otro, negativa. Cuando ambos entran en contacto fluye la electricidad hasta equilibrar las cargas.

### Consumo bruto de electricidad

Para determinar el consumo bruto de electricidad de un país se suman la electricidad generada en el mismo y las importaciones de energía eléctrica desde el exterior. De dicha suma se resta la cantidad de electricidad exportada.

	Electricidad generada en el país
+	importaciones de energía eléctrica
-	exportaciones de energía eléctrica
-----	
=	Consumo bruto de electricidad

### Consumo de energía final

Se entiende por energía final la parte de energía que llega realmente al consumidor, habiéndose descontado las pérdidas de energía durante el transporte y las pérdidas que se ocasionan a raíz del grado de eficiencia de las centrales eléctricas. Las pérdidas que se producen una vez la energía ha llegado al consumidor, por ejemplo por el calor que emiten los aparatos de alimentación, se consideran parte del consumo de energía final.

### Cooperativas energéticas

Cooperativas como las que conocemos hoy en día en Alemania son un concepto bien arraigado cuyos orígenes se remontan al siglo XIX. Friedrich Wilhelm Raiffeisen y Hermann Schulze-Delitzsch fundaron simultáneamente las primeras cooperativas alemanas. En este tipo de organizaciones varias personas con un mismo interés económico se asocian por ejemplo en una cooperativa de compras y obtienen de esta manera más peso comercial. En Alemania esta forma de organización empresarial está regulada por una ley específica. En el ámbito del abastecimiento energético las cooperativas hace tiempo que son habituales. En los inicios de la electrificación en Alemania las regiones rurales, principalmente, no podían competir con las grandes ciudades, por lo que fundaron cooperativas energéticas para autoabastecerse con electricidad. Algunas de estas cooperativas siguen existiendo todavía. La transición energética ha conllevado un auge del modelo cooperativista, utilizado en su mayoría por personas privadas para financiar por ejemplo la construcción de centrales solares o eólicas.

### Corredor de ampliación

Los corredores de ampliación tienen por finalidad mejorar el planeamiento de la expansión de las energías renovables y su integración en la red eléctrica y hacer asumibles los costes adicionales para los usuarios. La Ley de Energías renovables (EEG) define sendos corredores de ampliación para cada tecnología energética renovable. Si la nueva potencia instalada sobrepasa en un año el valor superior, al año siguiente se aplican porcentajes de promoción más bajos. Si se construye menos de lo previsto en el corredor, se limita la

reducción de los porcentajes de promoción o estos no se reducen en absoluto, según los casos.

### Edificio de consumo de energía casi nulo

Se denominan edificios de consumo de energía casi nulo aquellos con un consumo energético especialmente bajo. En la Unión Europea se prevé que todas las nuevas construcciones a partir de 2021 cumplan este estándar. La correspondiente directiva regirá ya a partir de 2019 para los edificios públicos. En Alemania la demanda de energía primaria de estos edificios no deberá rebasar al año los 40 kWh por metro cuadrado.

### “EEG-Umlage”/sistema de reparto

Todos los consumidores de electricidad en Alemania financian los costes adicionales de la electricidad generada por energías renovables mediante una tasa sobre el precio de la electricidad, tal como establece la Ley de energías renovables (EEG), denominada “EEG-Umlage”. El importe de la misma resulta de la diferencia entre las retribuciones pagadas a los gestores de las centrales y los ingresos de la comercialización de la electricidad en el mercado de energía. Las empresas con un muy elevado consumo energético están exentas de pagar una parte de la tasa.

### Eficiencia energética

La eficiencia energética indica el grado de rendimiento en relación con la energía utilizada, o dicho de otro modo, la cantidad de energía necesaria para conseguir un determinado rendimiento. Cuanto mayor sea la eficiencia energética menos energía se requerirá para lograr dicho rendimiento. Por ejemplo, un edificio con un alto

grado de eficiencia energética necesita menos energía para calefacción y refrigeración que un edificio de idéntica construcción pero con baja eficiencia energética. La producción industrial y el sector de transportes son otros ámbitos en los que la eficiencia energética cobra cada vez más importancia. Para las empresas las medidas de eficiencia energética solo resultan rentables si el ahorro conseguido con ello supera los costes de la inversión. También los consumidores privados pueden contribuir al ahorro energético utilizando aparatos electrodomésticos especialmente eficientes desde el punto de vista energético. En muchos países existen etiquetas energéticas para frigoríficos, televisores, lavadoras, etc. que permiten reconocer al instante el respectivo nivel de eficiencia energética.

### **Energía primaria / consumo de energía primaria**

La energía primaria es la suma de la energía disponible de fuentes como el carbón, el petróleo, el sol o el viento. Dependiendo de la fuente, durante el proceso de transformación en energía final (véase Energía final) se producen pérdidas más o menos considerables de energía, por ejemplo en la producción de electricidad y durante el transporte. Por consiguiente el consumo de energía primaria siempre es mayor que el de energía final.

### **Energías renovables**

Las energías renovables comprenden las energías eólica, solar (fotovoltaica y termosolar), geotérmica, hidráulica y marina y la biomasa. La energía hidráulica está considerada de diferentes maneras: Muchas estadísticas incluyen las centrales pequeñas entre las energías renovables, mientras que las centrales hidráulicas con una potencia instalada de 50 megavatios o más no se cuentan a menudo entre las mismas. Contrariamente a las fuentes de energía convencionales, como el carbón, el petróleo, el gas y la

energía nuclear, las energías renovables no consumen materias primas finitas para generar electricidad. En este sentido, la biomasa constituye una excepción, ya que solo se considera carbono neutral si no se utilizan más materias primas para su producción de las que se reproducen durante el mismo periodo de tiempo. La energía geotérmica suscita continuas críticas, ya que su impacto geológico puede provocar, entre otros, seísmos o el levantamiento pronunciado del suelo con la consiguiente inhabitabilidad de edificios construidos en la zona.

### **Equivalente de dióxido de carbono**

El equivalente de CO<sub>2</sub> es una medida comparativa de los efectos de un compuesto químico sobre el efecto invernadero, considerados en la mayoría de los casos a lo largo de un periodo de 100 años. Al dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se le asigna el valor uno. Si una sustancia tiene un equivalente de CO<sub>2</sub> de 25, significa que la emisión de un kilogramo de la misma es 25 veces más nociva que la emisión de un kilogramo de CO<sub>2</sub>. Importante: el equivalente de CO<sub>2</sub> nada indica sobre el impacto efectivo de un compuesto en el cambio climático.

### **Fases sin sol ni viento**

Fases en las que las centrales eólicas y fotovoltaicas no pueden generar electricidad. Los casos más extremos son las noches de luna nueva nubladas y sin viento. En estas fases hay que recurrir a otras fuentes de energía o a la energía almacenada con anterioridad para alimentar la red eléctrica.

### **Gases de efecto invernadero**

Los gases de efecto invernadero transforman la atmósfera de tal manera que los rayos de sol reflejados por la superficie terrestre no sobrepasan el límite de la atmósfera sino que son reflejados de nuevo a la Tierra. Con ello contribuyen decisivamente al calentamiento global del planeta. Este efecto es parecido al de un invernadero; la Tierra

se calienta. El gas de efecto invernadero más conocido es el dióxido de carbono, procedente sobre todo de la combustión de materias primas fósiles como el petróleo, el gas y el carbón. Otros gases de efecto invernadero son por ejemplo el metano y los clorofluorocarbonos (CFC).

### **Licitación**

Desde el año 2017 los porcentajes de promoción para nuevos proyectos de parques eólicos o grandes instalaciones fotovoltaicas se determinarán por licitación. A tal fin se licitarán varios proyectos simultáneamente y los potenciales interesados presentarán para los proyectos respectivos ofertas sobre la cuantía de la remuneración inicial. Así pues, en lugar de fijarse una remuneración por ley, se determinará un precio de mercado justo para la electricidad generada a partir de energías renovables. Para testar y optimizar el procedimiento, en el año 2015 ya se realizaron tres rondas de licitación para grandes proyectos fotovoltaicos.

### **Mercado interior europeo**

Los Estados miembros de la Unión Europea conforman un mercado interior que garantiza la libre circulación de mercancías, servicios, capitales y, con restricciones, también de personas. La circulación de mercancías y servicios está libre de derechos de aduana o demás gravámenes. También la electricidad, el gas y el petróleo circulan de un país a otro. Sin embargo, la infraestructura actual de líneas eléctricas y gasoductos todavía no es suficiente para garantizar el funcionamiento de un mercado interior europeo de la energía. Además falta aún una regulación uniforme y transfronteriza. No obstante, se prevé cumplir con ambos requisitos durante los próximos años para conseguir precios equilibrados de la electricidad en la UE y aumentar la seguridad de abastecimiento.

### **Pila de combustible**

Las pilas (o células) de combustible son pequeñas centrales eléctricas que transforman energía química en energía eléctrica y generan así electricidad. Se utilizan por ejemplo para suministrar corriente eléctrica a los vehículos de motor eléctrico o en regiones sin redes eléctricas. Para su funcionamiento los modelos más comunes solo necesitan hidrógeno y oxígeno como materia prima. Esta forma de obtención de energía tiene un mínimo impacto ambiental, porque no produce gases sino únicamente vapor de agua. El hidrógeno necesario para producir energía eléctrica puede obtenerse de energías renovables (véase Power-to-Gas). También se utilizan otros combustibles como el metanol.

### **“Power-to-Gas” (electrólisis, metanización)**

El “Power-to-Gas” es una tecnología para almacenar energía eléctrica sobrante a largo plazo. Mediante un procedimiento en dos fases la electricidad se convierte en un gas que puede ser almacenado en un depósito y distribuido por la red de gas. En un primer paso la electricidad es utilizada para separar el agua en oxígeno e hidrógeno mediante electrólisis. El hidrógeno producido puede alimentar directamente la red de gas en cantidades reducidas o ser convertido en un segundo paso en otro gas (metanización). Durante el proceso de metanización se añade dióxido de carbono al hidrógeno para obtener metano y agua. El metano es el principal componente del gas natural y puede alimentar sin problemas la red de gas.

### **Productividad energética**

La productividad energética indica el valor económico (parte del producto interior bruto) generado por unidad energética utilizada. En

relación a las economías nacionales este cálculo se realiza a partir de la energía primaria.

### **Protocolo de Kyoto**

En 1997, los Estados miembros de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático acordaron en la ciudad japonesa de Kyoto metas de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero hasta el año 2012 tomando como referencia el año 1990. Más de 190 Estados ratificaron este instrumento internacional. En la Conferencia Mundial sobre el Clima de Doha se acordó un segundo periodo vinculante hasta 2020. El Protocolo de Kyoto es el tratado precursor del Acuerdo de París de diciembre de 2015, en el que los 196 Estados Partes de la Convención Marco acordaron a limitar el calentamiento global del planeta a menos de dos grados centígrados.

### **Red eléctrica – red de muy alta tensión – red de distribución**

La red eléctrica es el medio de transporte para la energía eléctrica. En Alemania y otros muchos países la red eléctrica consta de cuatro niveles que funcionan a partir de diferentes tensiones: muy alta tensión (220 kV o 380 kV), alta tensión (60 kV hasta 220 kV), media tensión (6 kV hasta 60 kV) y baja tensión (230 V o 400 V). La red de baja tensión suministra electricidad por ejemplo a hogares privados. Las redes de muy alta tensión transportan grandes cantidades de electricidad a través de grandes distancias con una tensión aproximadamente mil veces mayor que la de baja tensión. Las redes de alta tensión reciben la electricidad de las redes de muy alta tensión y la distribuyen a las redes de media y baja tensión. Las redes de media tensión se encargan por un lado de la posterior

distribución y por el otro del suministro directo a grandes clientes como empresas u hospitales. Los hogares privados reciben la electricidad de las líneas de baja tensión.

### **Rehabilitación de edificios**

Con la rehabilitación energética de edificios se subsanan las deficiencias que provocan una mayor pérdida de energía de la que sería necesaria según las tecnologías más modernas. Posibles medidas de mejora son por ejemplo el aislamiento de paredes y tejado o la colocación de nuevas ventanas con aislamiento térmico. Otro aspecto de la rehabilitación comprende la modernización del sistema de calefacción.

### **Residuos radiactivos**

Los residuos radiactivos se producen, entre otros, al usar energía nuclear para generar electricidad. En este proceso el combustible nuclear es convertido en otros materiales mediante fisión. Dichos materiales acaban perdiendo en algún momento su uso energético pero no su radiactividad. En un principio se trata de isótopos de los elementos uranio, plutonio, neptunio, yodo, cesio, estroncio, americio, cobalto y otros. Con el paso del tiempo las cadenas de desintegración generan nuevas sustancias radiactivas. Estos residuos deben ser almacenados a largo plazo de forma segura para evitar daños personales y ambientales. Los residuos radiactivos de alta actividad tienen que ser almacenados de manera segura durante al menos un millón de años. Los residuos de media actividad requieren menos medidas de protección y los de baja actividad apenas las necesitan. No

obstante, todos ellos tienen que ser igualmente almacenados de forma segura y duradera.

### **“Smart grid” (red inteligente)**

Una “smart grid” (red inteligente) es una red de abastecimiento en la que todos sus componentes están intercomunicados, desde el productor, pasando por el transporte y el almacenamiento, hasta el consumidor. Esta comunicación se garantiza mediante la transmisión de datos digital y automatizada. Su rapidez ayuda a evitar cuellos de botella y sobreproducción de electricidad y a adaptar el abastecimiento energético a las necesidades de todos los participantes. En especial la alimentación irregular de electricidad procedente de energías renovables precisa este tipo de soluciones. Al mismo tiempo las “smart grids” permiten regular las necesidades energéticas mediante modelos de precios flexibles para la electricidad.

### **Tarifas reguladas**

La Ley de energías renovables garantiza por un tiempo determinado a los gestores de centrales eólicas y solares una retribución mínima por la electricidad producida. El importe de la retribución se determina según el año de puesta en funcionamiento de las plantas. La retribución disminuye cada año, ya que el desarrollo técnico y el aumento del uso de las tecnologías van reduciendo los costes de inversión. En los próximos años el procedimiento de licitaciones (véase Licitación) sustituirá en Alemania el sistema actual de tarifas fijas reguladas.

# Índice de fuentes

**AG Energiebilanzen e.V. (2017):**

Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2016.

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

**Auswärtiges Amt (2015):** Speech of Frank-Walter Steinmeier on the opening of the Berlin Energy Transition Dialogue 2015.

**BMWi und BMBF:** Energiespeicher – Forschung für die Energiewende.

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

**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. As of 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.

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

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

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

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

**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.

**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.

**Gesellschaft für wirtschaftliche Struktur-forschung mbH (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:** 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 (2016):** Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Werte für 2015 unter <https://www.destatis.de/>

**Statistisches Bundesamt (2017):** Bevölkerungsstand.

**Statistisches Bundesamt (2018):** Bruttoinlandsprodukt 2017 für Deutschland.

**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):** 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.





**Pie de imprenta**

Publicado por  
Ministerio Federal de Asuntos Exteriores  
Werderscher Markt 1  
10117 Berlín, Alemania  
Tel.: +49 30 1817-0  
[www.diplo.de](http://www.diplo.de)

Redacción/Maquetación  
Edelman.ergo GmbH, Berlín  
Diamond media GmbH, Neunkirchen-Seelscheid