dena
Agência Alemã de Energia

renewables
Made in Germany

renewables – Made in Germany

El suministro de Energía Verde para hoy y para mañana

www.renewables-made-in-germany.com

Fomentado por:
Ministerio Federal de Economía y Energía
en virtud de una decisión del Bundestag alemán

Editor
Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Agencia Alemana de Energía
Energías renovables
Chausseestr. 128 a, 10115 Berlin, Alemania

phone: +49 (0)30 726165-600
fax: +49 (0)30 726165-699
correo electrónico: renewables@dena.de
página web: www.dena.de

Actualizado
Octubre 2015

Imprenta
Silber Druck oHG
Am Waldstrauch 1, 34266 Niestetal, Alemania

Concepto y realización
design@in-fluenz.de
Lavesstraße 20/21, 30159 Hannover, Alemania
página web: www.design.in-fluenz.de

Foto portada
iStock.com/JFsPic

Todos los derechos reservados. El uso está sujeto a la aprobación por parte de dena.

Todo el contenido se ha creado con el sumo cuidado y de buena fe. Dena no asume responsabilidad alguna en relación a la actualización, exactitud e integridad de la información proporcionada. Dena no se responsabiliza de ningún daño, material o inmaterial, causado directa o indirectamente por el uso o desuso de la información proporcionada, siempre y cuando no se pueda demostrar que la culpa ha sido intencionada o por negligencia grave.

Fomentado por:

Ministerio Federal
de Economía
y Energía

en virtud de una decisión
del Bundestag alemán

Índice

Introducción 5

Energías Renovables
Energías renovables en el sistema energético 10

Tecnologías en energías renovables: soluciones para un futuro sostenible 12

Tecnologías en energías renovables: el controlador que garantiza la producción de energía 13

Tecnologías en energías renovables: en el contexto del cambio energético en Alemania 14

Financiación de las instalaciones de energías renovables 16

Energía Eólica
Evolución de la energía eólica 18

Tecnologías para el aprovechamiento de la energía eólica 19

Fotovoltaica
Energía solar: tecnología energía fotovoltaica 21

Ámbitos de aplicación 22

Tendencias futuras 23

Solar Térmica
Energía termosolar de baja temperatura 24

Campos de aplicación de la energía termosolar 25

Campos de aplicación de la refrigeración solar 26

Centrales termosolares a alta temperatura 27

Bioenergía
Bioenergía: movilidad, producción de calor y de electricidad 28

Biomasa sólida: tecnologías y aplicaciones 29

Electricidad y calor producidos a partir de biogás 30

Energía Hidroeléctrica
Aprovechamiento de la energía hidroeléctrica 31

Energía procedente de centrales hidroeléctricas pequeñas y energía del mar 32

Energía Geotermia
Geotermia profunda 33

Geotermia cercana a la superficie para la calefacción y refrigeración de edificios 34

Energía Renovables Autónomo
Uso autónomo de las energías renovables 35

Tecnologías para el suministro de energía y agua 36

Campos de aplicación 37

Energía Aenovables en el Hogar
Suministro de electricidad a los hogares con ayuda de las energías renovables 38

Producción de calor y refrigeración en la vivienda de energías renovables 39

Introducción

Cada vez más, las poblaciones, los comercios, la industria y los hogares en todo el mundo necesitan energía fiable, asequible y de producción respetuosa con el medio ambiente para cubrir la demanda de electricidad, calefacción, refrigeración y movilidad. Las energías renovables pueden contribuir considerablemente a cubrir esta necesidad.

Al contrario que las fuentes de energía de combustibles fósiles, las energías renovables se basan en fuentes inagotables. En todo el mundo existen distintas tecnologías para aprovechar los potenciales naturales. En combinación con la tecnología de almacenamiento y de red, las energías renovables se pueden almacenar o trasladar y distribuir a lo largo de grandes distancias desde el lugar de la producción hasta los centros de consumo, para aprovecharlas, así, de forma óptima según la demanda.

Además, las tecnologías en energías renovables, los productos y los servicios «made in Germany» disfrutan de una excelente reputación internacional. Representan calidad, fiabilidad, durabilidad, eficacia y seguridad.

Las tecnologías presentadas en este folleto le proporcionan una idea general de las posibilidades de aplicación de su suministro de energía renovable. La importación de productos y servicios alemanes se puede fomentar a través de distintos programas del gobierno federal alemán, los cuales se explican brevemente en la sección Financiación. A continuación, se presentan los distintos tipos de energías renovables, se consideran las posibilidades de aplicación y se explica su interacción en todo el sistema energético.

Tipos de energías renovables

La **energía eólica** se utiliza desde hace siglos en muchas regiones del mundo y, en las últimas décadas, se ha convertido en una de las fuentes más importantes en el suministro sostenible de energía. La mayoría de instalaciones eólicas construidas por todo el mundo están instaladas, hoy en día, en tierra firme y están conectadas a la red eléctrica pública. Normalmente, se agrupan varias instalaciones en un parque eólico, que alimentan con electricidad la red de distribución eléctrica. Por el contrario, las plantas individuales son aptas para un suministro de electricidad descentralizado en regiones situadas lejos de una red eléctrica pública y pueden alimentar una minirred local.

Debido a las condiciones constantes del viento y a una velocidad media del viento más elevada, se trabaja en la construcción de plantas eólicas en el mar (marinas), especialmente en Europa y Asia Oriental. El rendimiento es hasta un 40 % más elevado que en tierra firme. Se espera que la energía eólica marina producida en Alemania cubra hasta el 15 % de la demanda de electricidad en el año 2030.

Solarwatt AG

El Consejo Global de Energía Eólica (GWEC) ha pronosticado que, en 2020, la energía eólica suministrará hasta un 12 % de electricidad a nivel mundial. En países con poco territorio utilizable, como es el caso de Alemania, existe un gran potencial de repotenciación de plantas en tierra firme: las antiguas plantas de bajo rendimiento se sustituyen por otras más nuevas y más potentes y, de este modo, se puede alcanzar la misma potencia instalada con un menor número de plantas.

El **sol** suministra en una hora más energía a la Tierra de la que se utiliza mundialmente en un año. Esta energía tiene múltiples aplicaciones. Las centrales fotovoltaicas (centrales FV) convierten directamente la luz del sol en corriente eléctrica. Además, ofrecen la posibilidad de producir y utilizar electricidad independientemente de si existe o no una red eléctrica, por ejemplo, con Solar Home Systems (SHS). La energía fotovoltaica (FV) también se puede emplear para la construcción de sistemas aislados a la red. Este tipo de minirredes son capaces de suministrar electricidad tanto a edificios concretos como a varias poblaciones. En estas minirredes se integran tecnologías de almacenamiento (p.ej. baterías) para garantizar así electricidad también en momentos de escasa proyección solar. La aplicación de sistemas híbridos –una combinación de diversas energías renovables (FV con, por ejemplo, plantas eólicas o hidroeléctricas) o también de generadores eléctricos accionados con diésel o biocombustible– es una solución cómoda para el suministro de electricidad en pequeñas poblaciones o instalaciones industriales (por ejemplo, en la explotación minera) situadas lejos de una red de distribución. Las plantas fotovoltaicas pueden garantizar un abastecimiento de agua continuo con la finalidad de conseguir agua potable o de riego. Además, mediante esta tecnología, se puede desinfectar o desalinizar el agua. Las plantas conectadas a una red pueden ser integradas perfectamente en la arquitectura del edificio, tanto en tejados como en fachadas. Las grandes plantas con rendimientos de muchos megavatios se construyen generalmente como instalaciones al aire libre.

La utilización tecnológica del **calor solar** (energía termosolar) se trata de un uso de la energía ya muy experimentado y desarrollado a lo largo de muchas décadas. Además, las instalaciones termosolares pueden ser utilizadas en regiones con una menor radiación solar. Son aptas para calentar el agua potable y como apoyo a los sistemas de calefacción. Con una planta solar, el usuario no depende tanto de los combustibles fósiles ni del aumento del precio de la energía. Las plantas solares pequeñas son muy habituales hoy en día en muchos lugares dentro de la industria de la calefacción y de los oficios especializados. Existe un gran potencial en el almacenamiento de calor solar en verano para ser utilizado en el invierno, y en la distribución de agua caliente a través de redes de calefacción urbanas. Las grandes plantas termosolares también sirven como apoyo a las redes de calefacción urbana. Por el contrario, el nuevo y prometedor uso termosolar de la refrigeración solar es especialmente interesante en países con una elevada demanda de climatización.

Las centrales termosolares (Concentrated Solar Power – CSP) son especialmente adecuadas para el «cinturón solar» de la Tierra, porque es aquí donde se produce la máxima radiación solar directa necesaria para el funcionamiento de las plantas CSP (energía solar concentrada). El cinturón solar se ubica

Novatec Solar GmbH

EnviTec Biogas AG

aproximadamente entre las latitudes 40 °N y 40 °S; es decir, por ejemplo, entre el sur de España y Sudáfrica. En estos momentos, también podemos observar a nivel mundial una construcción masiva de centrales termosolares para la producción de electricidad. Actualmente, están en funcionamiento centrales termosolares con una capacidad de 2,5 GW y, en construcción, aproximadamente de 1,5 GW. Con un rendimiento que parte de los 5 MW aproximadamente, las centrales termosolares responden a diferentes necesidades, que van desde el suministro a poblaciones individuales hasta el suministro a centros de consumo situados en lugares alejados de la red eléctrica. Mediante el uso de tecnologías de almacenamiento, las centrales garantizan un funcionamiento de carga mínima. Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE), se prevé que la potencia instalada de centrales termosolares en todo el mundo se triplique hasta 2020, pasando de los 4 a los 12 GW.

La **bioenergía** es una de las fuentes energéticas renovables más importantes y que presentan un uso más variado. La bioenergía se emplea en forma sólida, líquida y gaseosa para la producción de electricidad y calor y para la obtención de biocarburantes. Una de las grandes ventajas de la bioenergía es su capacidad de almacenamiento. La biomasa sólida se utiliza tradicionalmente, mediante la incineración de madera, para calentar y cocinar. En aplicaciones industriales, la biomasa se emplea para la producción de electricidad y calor. En el caso de la utilización de biomasa para la calefacción en viviendas, es cada vez más habitual el uso de pellets de madera. Su espacio de almacenamiento es solo un poco más grande que el del gasóleo de calefacción. Además, la biomasa puede ser gasificada en un proceso termoquímico. El gas combustible que se produce en este proceso se utiliza principalmente en instalaciones de producción combinada de calor y electricidad (PCCE) eficaces. Estas centrales también se pueden instalar lejos de redes de distribución eléctrica, y las instalaciones pequeñas PCCE se han diseñado especialmente para su uso en el hogar. El biogás se obtiene a partir de diferentes recursos: a partir de componentes orgánicos procedentes de vertederos de basuras (gas de vertedero), a partir de aguas residuales comunitarias (gas de colector), a partir de desechos orgánicos procedentes de la industria, las viviendas y los comercios, así como a partir de residuos y del cultivo energético procedente de granjas agrícolas. Los residuos fermentados producto de la producción de biogás se pueden utilizar en la agricultura como fertilizantes de alta calidad, aunque también pueden venderse como subproducto para aumentar el valor añadido. Cada vez toma más importancia el tratamiento de biogás para alcanzar una calidad similar al gas natural. El biometano obtenido de este modo puede alimentar las redes existentes de gas natural. Además, el biogás también se utiliza como combustible para el transporte.

La **energía hidroeléctrica** es la forma más antigua de aprovechamiento de la energía renovable y ya se utilizaba en los tiempos preindustriales para accionar molinos, así como aserra-

NaturEnergie AG

H. Anger's Söhne Bohr- und Brunnenbaugesellschaft mbH

deros, fábricas de papel y molinos de martillo. Hoy en día, mediante la energía hidroeléctrica se produce casi exclusivamente electricidad. Actualmente, aproximadamente el 16 % de la electricidad producida a nivel mundial se obtiene mediante la energía hidroeléctrica. Las centrales hidroeléctricas pequeñas son consideradas una forma sostenible de aprovechamiento, ya que se pueden integrar en sistemas ecológicos existentes mejor que las grandes instalaciones. Según estimaciones, hasta ahora solo se ha aprovechado aproximadamente una cuarta parte del potencial económico. La modernización de centrales ya existentes representa un gran potencial. En lo referente a la utilización de la energía hidroeléctrica, no hay que pasar por alto la protección de la naturaleza y de las aguas (p. ej. mediante la construcción de vías de paso para peces).

La **energía geotérmica** es una forma de energía renovable que, a pesar de las oscilaciones climáticas de cada época del año, está disponible a todas horas de manera constante. La utilización de la energía geotérmica para producir electricidad es una alternativa muy interesante. Especialmente en las regiones que disponen de condiciones geológicas favorables (p. ej. regiones con actividad volcánica, temperaturas > 200 °C), la energía geotérmica representa una base sólida para la producción de energía económica y no contaminante, y puede contribuir enormemente al abastecimiento mínimo necesario. En la obtención de calor, el principio básico de la llamada energía geotérmica profunda es simple: para obtener el calor del subsuelo se necesita un líquido gracias al cual es posible transportar el calor. Puede que este transportador ya se encuentre en el subsuelo en forma de vapor o agua caliente, en cuyo caso será transportado a la superficie, enfriado y, normalmente, vuelto a verter en el subsuelo. O puede que el líquido tenga que ser bombeado a las profundidades y, una vez calentado, ser transportado de nuevo a la superficie. El calor que se obtiene puede alimentar redes de calefacción urbana y se puede utilizar directamente para calentar edificios u otro tipo de consumidores de energía. En el caso de la energía geotérmica superficial, se utiliza el calor almacenado bajo tierra hasta profundidades de aproximadamente 150 m con ayuda de una bomba térmica. Como fuentes de calor para las bombas térmicas se consideran tanto el subsuelo y el cuerpo acuoso, como también el aire ambiente. La energía geotérmica superficial se emplea, sobre todo, para calentar y refrigerar edificios.

Posibilidades de aplicación

Como ya se ha explicado, las energías renovables se pueden emplear para producir electricidad y calor, así como en el sector del transporte. Si bien en el sector eléctrico el viento y el sol pueden tener una producción de energía variable según la situación meteorológica, la bioenergía, la energía hidroeléctrica y la geotérmica están disponibles casi de manera constante y se pueden almacenar y regular; aunque la energía hidroeléctrica depende mucho de las precipitaciones y, por lo tanto, se pueden producir fluctuaciones aquí. En combinación con todas las tecnologías, es posible conseguir un suministro de energía fiable en cada momento y que se ajuste bien a la demanda.

Gracias a su enorme rendimiento, que oscila entre unos pocos vatios y cientos de megavatios, las energías renovables se pueden adaptar además a cualquier tipo de suministro de ener-

gía. Y en una estrecha relación con la tecnología más moderna, también pueden contribuir a una mayor seguridad en el suministro de la energía en una sociedad industrial moderna.

Desde el punto de vista económico, no todas las fuentes de energía renovables que existen son aptas para cada país. Los mejores potenciales de uso de la energía solar se encuentran, por ejemplo, en el llamado «cinturón solar» de la Tierra. El potencial técnico para la energía eólica depende de nuevo de la velocidad media del viento, que, generalmente, en la masa continental es significativamente inferior que en los océanos. No obstante, prácticamente en cada país existen emplazamientos atractivos para las muy diversas energías renovables existentes.

La elección de la tecnología más adecuada depende de las circunstancias locales y de las correspondientes necesidades de tipo y alcance del suministro de energía. Entre otras dependencias, esto incluye:

Circunstancias locales	Necesidades del usuario
Potencial natural (por ejemplo, radiación solar, velocidad del viento y reserva de biomasa)	Forma/s de energía: electricidad, calor/refrigeración, transporte
Régimen de fomento político (p. ej. uso de subvenciones estatales a la inversión para incrementar la rentabilidad de proyectos)	Demanda máxima
Infraestructura (p. ej. conexión a la red)	Potencia / potencia anual
Recursos financieros para la inversión inicial (capital propio o externo)	Fluctuación de la demanda de energía a lo largo del día/año

SunEnergy Europe GmbH

Energías renovables en el sistema energético

El desarrollo de la producción de energías renovables en las áreas de electricidad y calor reduce la emisión del gas de efecto invernadero CO_2 y también la dependencia de las importaciones de materias primas para producir energía. Para la integración de elevadas cantidades fluctuantes de electricidad de los centros fotovoltaicos y de energía eólica, es necesario realizar cambios significativos a lo largo de toda la cadena de valor para la producción, transmisión, distribución, almacenamiento y consumo de electricidad.

Los ámbitos de actuación en los que se usan o prueban una gran variedad de tecnologías de almacenamiento de electricidad y tecnologías de red en Alemania son:

- **modernización de las redes de transporte y distribución** para recoger la electricidad generada de forma descentralizada en la superficie y transportarla desde los puntos principales de producción hasta los centros de consumo;
- **comportamiento para que la red sea viable y apta en instalaciones energéticas descentralizadas** con el objetivo de garantizar un funcionamiento estable y seguro de la red;
- **desarrollo, utilización y optimización de sistemas de almacenamiento** para compensar las oscilaciones de carga residual, disponer de energía de regulación y otros servicios del sistema, evitar interrupciones de suministro, mantener una potencia asegurada, así como recoger los excedentes previsibles a largo plazo de las energías renovables, que, en ocasiones, serán considerables, y compensar los estancamientos prolongados.

En el ámbito de las **redes de transmisión**, el objetivo en Europa es reforzar claramente las capacidades de transmisión e interconectar en red las áreas alejadas. Por ello, los potenciales de energías renovables y las capacidades de almacenamiento se deben explotar ampliamente. Aparte de la ampliación de la red con nuevos cables y nuevas tecnologías de cable, en la red de transmisión, existe la posibilidad de repartir mejor la utilización en las capacidades de transmisión existentes mediante la gestión de la potencia reactiva. Esto se realiza en la red de transmisión con sistemas electrónicos de potencia modernos, como Flexible AC Transmission Systems (FACTS).

EnviTec Biogas AG

A **nivel de red de distribución,** las necesidades de ampliación de la red con una elevada capacidad de generación instalada (por ejemplo, de sistemas fotovoltaicos) se pueden reducir mediante la utilización de estaciones de transformación de red local regulables, reguladores de tensión y un regulador de largo alcance del suministro de energía reactiva de instalaciones energéticas descentralizadas.

Con el aumento de la cuota de energías renovables en el suministro eléctrico, aumenta también la importancia de la flexibilidad que se consigue con las **capacidades de almacenamiento** y la gestión de carga. Entre sus importantes funciones se encuentran compensar temporalmente las oscilaciones de la producción y la demanda, proveer servicios sustitutivos de sistema a las centrales convencionales cada vez menos utilizadas, así como recoger, en un futuro, los excedentes en la producción de energías renovables y superar los estancamientos. Existen distintas tecnologías de almacenamiento (véase la ilustración izquierda).

Posibilidades de almacenamiento de energía eléctrica

Actualmente, las **centrales de acumulación por bombeo**, con un rendimiento de hasta el 80 %, son la única opción de acumulación de energía económica disponible a gran escala para la compensación horaria y diaria (véase también el capítulo «Energía hidroeléctrica»).

Las centrales acumuladoras de aire comprimido utilizan la energía sobrante, por ejemplo, de las fuentes de energía renovables y volátiles, para comprimir aire que se almacena en cavidades subterráneas. Si se necesita energía, con el aire comprimido, se produce energía en una turbina de gas.

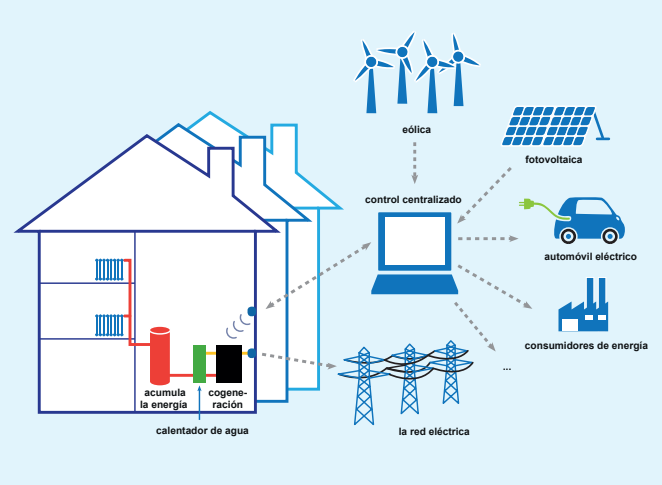
Desde hace ya algunas décadas, se utilizan sistemas de batería convencionales para el abastecimiento de energía. Debido al crecimiento de la cuota de energías renovables fluctuantes, se han generado dos nuevos campos de aplicación para **acumuladores electroquímicos**: los llamados «acumuladores domésticos», que aprovisionan la energía solar de producción propia y, si es necesario, aseguran el propio suministro. Las grandes baterías tienen cada vez mayor importancia en el sector de multimegavatios. Generan servicios de sistema como el mantenimiento de frecuencia o tensión o la capacidad de arranque autógeno en pocos milisegundos y aseguran así la estabilidad en la red y el suministro.

La idea de «**Power to Gas**» es convertir la energía renovable en hidrógeno o metano. El gas se puede transportar a la infraestructura de gas, almacenar y, después, usar en distintas áreas de aplicación (transporte, industria, suministro de calor y producción de electricidad). En este contexto, «Power to Gas» es una solución global para todo el sistema que permite integrar energías renovables en el sistema energético. Además, «Power to Gas», como acumulador de energía, puede contribuir a la compensación de las oscilaciones en la producción de electricidad.

Con la **gestión de carga** se pueden compensar las oscilaciones en la producción de electricidad. En el sector industrial, pueden aplicarse distintas cargas gracias a las técnicas de medición y control disponibles con relativamente poco esfuerzo, así como a las técnicas de proceso y automatización, con el fin de activar la situación de la oferta en el mercado energético. En los hogares, esto se puede conseguir con el uso de contadores inteligentes (smart meter), combinados con una tecnología de automatización de edificios y equipos regulables.

Actualmente se están probando en Alemania, en los más diversos proyectos de investigación y modelos, las posibilidades de aplicación de modernas tecnologías de información y comunicación para lograr un control inteligente de las redes eléctricas. En este entorno dinámico, las empresas alemanas siguen siendo impulsoras de la innovación en el ámbito de las tecnologías de almacenamiento y de red, y desarrollan soluciones rentables para el suministro eléctrico regenerativo.

Integración en la red mediante centrales virtuales
Una central virtual es la unión de generadores de electricidad descentralizados de las energías renovables (por ejemplo, centrales de biogás, de PCCE, eólicas, solares e hidroeléctricas) para la comercialización eléctrica conjunta y la asunción de la responsabilidad de la red, por ejemplo, para la disponibilidad de energía de regulación. Desde un centro de control centralizado se dirigen todas las centrales regulables y acopladas a la central virtual.

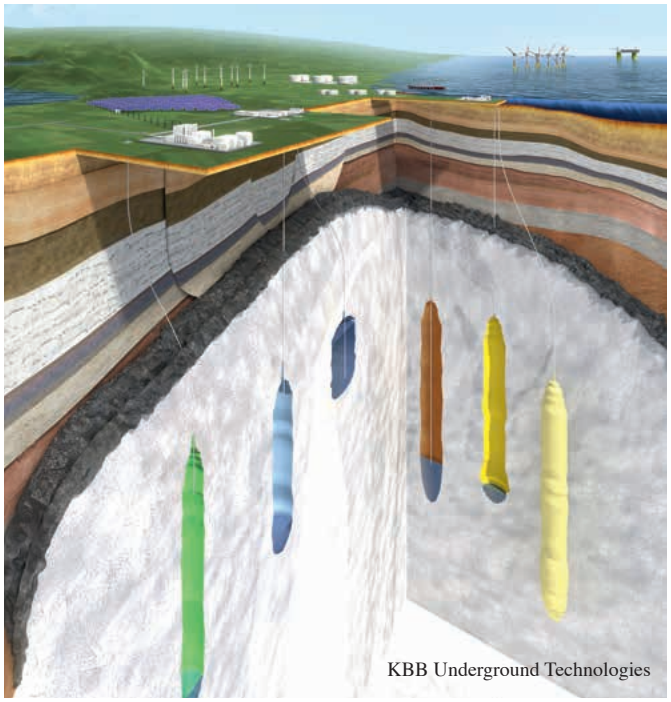


Posibilidades de almacenamiento de calor Los acumuladores de calor sensibles son un tipo de almacenamiento muy extendido. En estos acumuladores de calor, la absorción y emisión de energía se realiza modificando la temperatura del medio de almacenamiento. Se pueden subdividir más en acumuladores de calor con medios de almacenamiento sólidos (p. ej. hormigón, tierra) y líquidos (p. ej. agua).

En los **acumuladores de calor latentes** se produce una conversión de fase del medio de almacenamiento. Por motivos técnicos de presión y volumen, generalmente se aplica la conversión entre sólido y líquido, aunque en principio también es posible la conversión de líquido-gaseoso. En esta tecnología de almacenamiento, es beneficioso el nivel de temperatura prácticamente constante en la carga, el almacenamiento y la descarga.

Los acumuladores termoquímicos sirven para almacenar energía térmica mediante procesos químicos reversibles. Esto tiene como ventaja que el acumulador admite una densidad de energía mucho más alta que en los acumuladores de calor sensibles y latentes y, además, no se producen pérdidas térmicas durante un uso prolongado.

Cavernas para el almacenamiento de gas


KBB Underground Technologies

Tecnologías en energías renovables: soluciones para un futuro sostenible

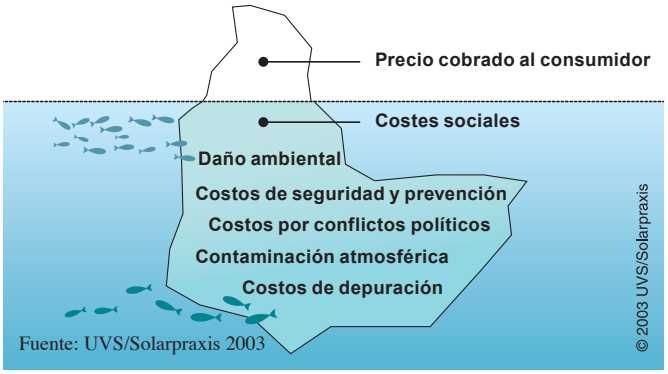
Ventajas: Más allá de lo previsto de un suministro de energía fiable y eficaz, el uso de energías renovables ayuda a satisfacer una gran variedad de requisitos.

Disponibilidad local	▪ Recursos autóctonos que están disponibles en todo el mundo de diferentes maneras.
Disponibilidad de energía sostenible	▪ Según medidas humanas, inagotable (radiación solar, energía eólica, energía hidroeléctrica, geotérmica) o se regeneran (bioenergía) y pueden almacenarse.
Seguridad	▪ Producción, funcionamiento y eliminación relativamente seguros o devolución al circuito de sustancias de valor mediante el reciclaje.
Estabilidad de precios	▪ Fomento de la independencia de los mercados volátiles para energías fósiles, costes energéticos estables a largo plazo.
Rentabilidad	▪ Uso rentable sin fomento ya posible actualmente según la ubicación, si las inversiones de inicio se pueden compensar con los costes siguientes relativamente más bajos (análisis del ciclo de vida). ▪ En zonas remotas, a menudo la opción más económica de disponibilidad de energía.
Protección medioambiental	▪ Protección de los recursos naturales mediante el ahorro de materias primas fósiles, menos intervenciones invasivas en el entorno natural (uso del suelo respetuoso con el medio ambiente) y menos emisiones antropogénicas en el aire ambiente (acidificación y eutrofización).
Protección climática	▪ En gran medida, libre de emisiones, por lo tanto, soporte a los objetivos internacionales de lucha contra el cambio climático.
Protección de la salud humana	▪ Protección de la salud humana mediante emisiones menos perjudiciales (ruido, así como contaminantes en aire, agua y suelo).
Valor añadido local	▪ Creación de puestos de trabajo en sectores sostenibles en expansión. ▪ Fomento del desarrollo económico de zonas rurales mediante una producción y venta descentralizadas. ▪ Soporte de un desarrollo económico positivo mediante innovaciones técnicas.
Independencia de la conexión a la red	▪ Suministro energético fiable y duradero alejado de la red eléctrica pública (en combinación con acumuladores de energía).

Los costes en el suministro de energía

El precio actual de mercado de la energía de combustibles fósiles y de la energía nuclear representa tan solo una fracción de los costes reales para la sociedad. Si calculamos los costes externos ocasionados por la degradación del medioambiente y por los conflictos políticos, las energías renovables pueden ser más competitivas o, en algunos casos, incluso más baratas que la energía convencional. Los daños ecológicos causados por el uso de combustibles fósiles, como las pérdidas originadas debido al cambio climático y a la polución del aire, se están convirtiendo en un factor económico cada vez más importante al influir cada vez más en las decisiones políticas y económicas. Por ejemplo, el coste de las emisiones de CO_2, procedente del comercio de emisiones instituido por el Protocolo de Kioto, ya muestra hoy en día repercusiones en el flujo de inversiones, por ejemplo, en lo que respecta a la construcción de nuevas centrales eléctricas, pero también debido a los nuevos puntos de referencia en la gestión de riesgos relacionados con el cambio climático de cada empresa. Además, los agentes contaminantes que se producen al quemar combustibles fósiles son la causa fundamental de la polución urbana y la lluvia ácida. Según un estudio encargado por la Comisión Europea, los costes económicos para la sociedad que se han originado por el uso de petróleo y carbón para producir electricidad en Alemania oscilan entre 0,05 y 0,08 EUR/kWh y entre 0,03 y 0,06 EUR/kWh respectivamente. Las energías renovables ofrecen la posibilidad de satisfacer la demanda de energía a nivel mundial de una manera ecológica y sostenible.

Cuadro Iceberg – Costos sociales de la energía fósil



Fuente: UVS/Solarpraxis 2003

Tecnologías en energías renovables: el controlador que garantiza la producción de energía

juwi

El desafío: la demanda asciende y los recursos escasean

La demanda de combustibles fósiles a nivel mundial está ascendiendo enormemente debido particularmente a las elevadas tasas de crecimiento económico que se registran en algunas partes de Asia, mientras que, al mismo tiempo, las reservas están disminuyendo y los recursos todavía disponibles están limitados a unas pocas regiones. Esto no solamente causa conflictos políticos y un número cada vez mayor de enfrentamientos militares, sino que también representa un gran riesgo económico para todos los pueblos y para su desarrollo, ya que estos dependen enormemente de estos recursos, que cada vez son más caros.

Escasez de recursos fósiles y nucleares

A pesar de la gran discusión científica actual y siendo difícil pronosticar exactamente cuándo se agotarán las reservas mundiales de petróleo, no hay duda de que esto ocurrirá en un futuro muy próximo. Teniendo en cuenta los principios económicos básicos, junto con la demanda creciente, en particular de economías emergentes como la de China, India o Brasil, se producirá un crecimiento constante y muy significativo en el precio del petróleo. Debido en gran parte a la especulación financiera, a los conflictos armados, como los que tienen lugar en Oriente Medio, y a los desastres naturales, como los relacionados con el cambio climático, se está agravando cada vez más la volatilidad del precio del petróleo.

No solamente se están reduciendo las reservas de combustibles fósiles, sino que las reservas todavía disponibles se ven limitadas a unas pocas regiones. Por ejemplo, el 74 % de las reservas de petróleo y el 71 % de las reservas de gas a nivel mundial se encuentran en la zona de Oriente Medio y el mar Caspio.

Dependencia creciente en las importaciones

Como las reservas disponibles están limitadas a unas pocas regiones, numerosos estados se ven obligados a importar recursos energéticos. Por ejemplo, la tasa de dependencia energética de Alemania alcanzó el 60 % en 2014, mientras que la dependencia energética de la Unión Europea (UE-28) alcanzó el 53,4 %. La dependencia energética varía mucho entre los países de la UE y también en todo el mundo. Dinamarca es el único exportador de energía neta en la UE, mientras que Malta depende de las importaciones casi al 100 %. Esto implica no solo grandes transferencias de capital y gran dependencia, sino también inseguridad política y regional. Los proveedores más importantes de crudo y gas natural para la Unión Europea son Rusia (37 % de las importaciones de petróleo y 38 % de las importaciones de gas natural) y Noruega (10 % y 35 %).

Dependencia de importación de energía de los estados de UE-28 en 2014

Estado Miembro de la UE	Dependencia energética*
UE-28	53
Malta (UE-Max)	104
Italia	77
España	71
Alemania	63
Austria	62
Francia	48
Gran Bretaña	46
Bulgaria	38
Polonia	26
Rumanía	19
Dinamarca	12
Estonia (UE-Min)	12

Valor añadido local de las energías renovables

Las energías eólica, solar, terrestre y de la biomasa están disponibles localmente en todo el mundo y pueden contribuir decisivamente a garantizar la producción de energía y a prevenir los conflictos. Además, para los 1600 millones de personas que no tienen acceso a un suministro eléctrico moderno, así como la gran demanda de energía procedente de las economías emergentes, las tecnologías en energías renovables ofrecen la posibilidad de suministrar energía de manera sostenible y descentralizada dando valor a lo local, todo ello sin la necesidad de instalar costosas redes eléctricas ni de depender de las importaciones. Aquí es donde el uso de sistemas autónomos (sistemas descentralizados para el suministro de electricidad) tiene precisamente más sentido. Para garantizar un suministro fiable y asequible de electricidad, los sistemas híbridos autónomos pueden utilizar conjuntamente varias fuentes de energía. Por ejemplo, fuentes de energía como la energía eólica, la fotovoltaica, la hidroeléctrica y motores de combustión pueden ser empleados conjuntamente con gran éxito.

Tecnologías en energías renovables: en el contexto del cambio energético en Alemania

Consolidación nacional de las energías renovables: ¿Cómo afronta Alemania los retos?

Respecto al tema «Cambio energético» (especialmente la amplia expansión territorial de las energías renovables y su integración en el sistema energético), los economistas, políticos y consumidores de todo el mundo tienen la vista puesta en Alemania. Con su trayectoria política energética, el gobierno alemán desea transformar el país en una de las economías más eficaces energéticamente y más respetuosas con el medio ambiente de todo el mundo. Al mismo tiempo, los precios de la energía se deben mantener competitivos; el nivel de riqueza, alto; y la seguridad de suministro, garantizada. Esto constituye un gran reto para el quinto país industrializado más grande del mundo. Los países de todo el mundo pueden beneficiarse de la experiencia de Alemania.

Deutscher Bundestag/Lichblick/Achim Melde

Consolidación según el plan: camino de crecimiento de las energías renovables hasta 2013

Debido al temprano fomento político, las energías renovables en Alemania constituyen hoy en día un pilar fundamental en el sistema energético macroeconómico con un 12,3 % del consumo de energía final y un 23,4 % de la producción bruta de electricidad. El gobierno alemán persigue un mayor desarrollo de este tipo de energías. Solo en el sector eléctrico, la cuota de las energías renovables se debe ampliar a un 40–45 % hasta 2025 y a un 55–60 % hasta 2035.

El aumento del uso de energías renovables en Alemania se basa principalmente en la Ley de Energías Renovables alemana (EEG, por sus siglas en alemán), en vigor desde el 1 de abril de 2000 para el sector eléctrico. El objetivo de la EEG es hacer posible la entrada en el mercado de las energías renovables mediante retribuciones fijas, así como la compra garantizada y la alimentación prioritaria de la corriente eléctrica. Al final de 2013, en todo Alemania más de 1,5 millones de instalaciones fomentadas por la EEG abastecieron la red eléctrica alemana con más de 150 000 GWh de corriente.

También en el sector de la calefacción, la Ley sobre Calefacción con fuentes de Energías Renovables (EEWärmeG) y el programa de incentivación del mercado (MAP) son un importante punto de partida para duplicar la producción de calefacción procedente de energías renovables hasta un 14 % en el año 2020. En el sector de nueva construcción para constructores, la Ley EEWärmeG prevé que se usen proporcionalmente energías renovables para la generación de calefacción, se tomen determinadas medidas de sustitución, por ejemplo, medidas de aislamiento adicionales, o se usen cogeneración o calefacción urbana. En el mercado de la calefacción, el programa MAP fomenta principalmente tecnologías para los edificios existentes, por ejemplo, instalaciones termosolares, calefacciones de pellet de madera y bombas térmicas eficaces. Además, este fomento a nivel nacional se complementa con numerosas medidas en los diversos Estados Federales y municipios. Los biocombustibles se fomentan en Alemania en el marco de la Ley de Cuotas de Biocombustibles (BioKraftQuG). Basándose en la ley BioKraftQuG, desde el año 2007 se fomenta la mezcla de combustibles fósiles gracias a la cuota de biocombustibles.

La Ley de Desarrollo de Conductos de Energía (EnLAG) aprobada en 2009 debe acelerar la expansión de la red de transmisión alemana para garantizar la transmisión de altas cuotas fluctuantes de energías renovables en la red desde los centros de producción, a menudo descentralizados, hasta los grandes centros consumidores de electricidad.

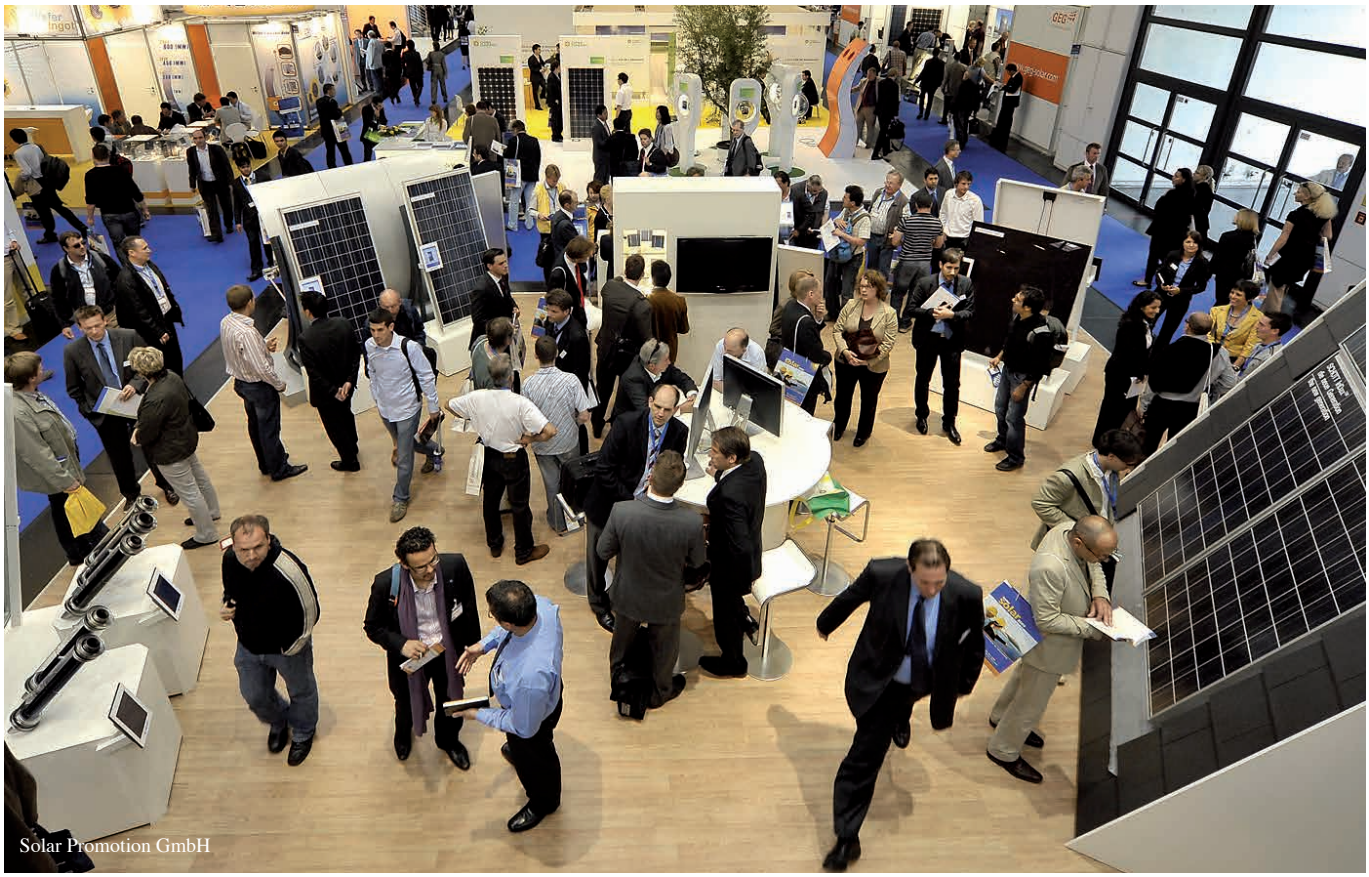
Desafíos de la política energética a partir de 2014

La consolidación masiva de las energías renovables, especialmente de la fotovoltaica y la energía eólica, hace que el sistema político y la industria de la energía se enfrenten al desafío de: integrar, con soluciones inteligentes, las energías renovables generadas a menudo en función de las estaciones del año o de las condiciones climáticas en el sistema energético, ampliar la infraestructura mediante el desarrollo de redes de transmisión y distribución, mejorar la coordinación con los países europeos vecinos y distribuir los costes del cambio energético de modo justo.

Con la reforma de la EEG en 2014 se deben controlar de forma específica los exigentes objetivos de expansión, reducir los costes para seguir con la expansión y distribuirlos mejor. Mediante la obligación de comercialización directa, las energías renovables tienen que entrar con más fuerza en el mercado. Además, el objetivo del gobierno alemán es que la gran industria consumidora de electricidad en Alemania siga manteniéndose competitiva y que no sufra por el incremento de precios de la electricidad. El valor añadido y los puestos de trabajo se deben seguir garantizando: un desafío que intenta superar el gobierno alemán en estrecho intercambio con la industria. En el reparto de los costes del cambio energético, se deben considerar los intereses de una gran cantidad de interesados, por ejemplo, empresas de suministro de energía, operadores de red, industria de proveedores de energía e inversores, así como diversos consumidores de energía, incluidos los consumidores finales privados. Así, por ejemplo, las grandes industrias consumidoras de energía con aproximadamente 830 000 trabajadores constituyen la base para el éxito o el fracaso de una gran variedad de sectores. El sector de energías renovables, que ahora ya cuenta aproximadamente con 378 000 trabajadores, representa en sí un factor económico de importancia. Por eso, mediante la llamada «regulación especial de compensación» de la Ley de Energías Renovables, se creó la posibilidad de que las grandes empresas consumidoras de electricidad de la industria manufacturera y los operadores de vías de raíles quedaran exentos del llamado reparto de la EEG si así lo pedían.

Perspectivas a largo plazo

Con el cambio energético, Alemania ha iniciado un camino que es objeto de atención internacional. En 2050, Alemania debe disponer de un sistema energético que sea respetuoso con el medio ambiente, seguro y rentable. El sistema energético sostenible totalmente nuevo que funciona casi sin emisiones de CO_2 contribuirá de forma significativa a la protección climática internacional, y todo ello sin los riesgos para el hombre y el medio ambiente asociados con el uso de la energía nuclear. Además, el gobierno alemán, con el cambio energético, planifica fortalecer de forma sostenible la economía nacional alemana. Gracias al uso probado en Alemania de innovadoras y eficaces tecnologías, máquinas y productos «made in Germany», la industria nacional ya ocupa hoy en día una fuerte posición competitiva. El éxito del cambio energético seguirá reforzando esta base.



Solar Promotion GmbH

Financiación de las instalaciones de energías renovables

Thorben Wengert/pixelio.de

La construcción de instalaciones para el uso de energías renovables se asocia con una inversión inicial para la que existen diferentes formas de financiación. La elección de la combinación de financiación adecuada depende de varios factores que incluyen el tipo de instalación y el tamaño del proyecto o instalación, así como las condiciones de fomento en el lugar de la inversión. Normalmente, la financiación mixta proviene de capital ajeno, propio y de fondos públicos.

Un flujo de caja previsible con el que se atienden las obligaciones de cada proyecto se puede garantizar, por ejemplo, con las tarifas de alimentación a la red garantizadas por el estado o los ingresos de una licitación ganada. Las ayudas financieras se pueden obtener mediante subvenciones a la inversión realizadas por instituciones de financiación o municipios, incentivos fiscales o la comercialización de los llamados certificados de energía verde. Si en la ubicación no se ofrece ninguna ayuda pública, para la refinanciación del crédito se puede utilizar el ahorro financiero de la compra de energía (consumo propio) o los ingresos de la comercialización directa de la energía renovable generada.

Grandes proyectos

Grandes proyectos como la construcción y el funcionamiento de un parque eólico se realizan a menudo en el marco de una financiación de proyecto. Para ello, se agrupan distintos actores (consorcios de explotadores, fabricantes, proveedores, etc.) en una empresa con fines específicos y fundan una empresa propia, la llamada «entidad con fines especiales» (EFE), en inglés «Special-Purpose-Vehicle» (SPV). Los actores aportan una parte de capital propio a la EFE; después de una «due diligence» (comprobación de crédito y de empresa), los bancos ponen a disposición capital ajeno.

Los accionistas de una sociedad de proyecto de ER esperan buenos réditos de su inversión. Con este objetivo invierten, por ejemplo, sociedades de capital privado, como son fondos de pensiones o ambientales, en parques eólicos y solares a nivel mundial. Los proyectos de inversores estratégicos se prefinancian en su mayor parte del balance de las partes interesadas. Los suministradores de energía, los fabricantes de aerogeneradores y módulos fotovoltaicos, pero también, por ejemplo, las cadenas de supermercados, son actores importantes en este segmento. En Alemania son bastante frecuentes los llamados «parques de ciudadanos» (Bürgerparks), en los que se agrupan inversores privados para llevar a cabo un proyecto.

Obtención de crédito

En lo que respecta a la financiación de proyectos en el sector de las energías renovables, la concesión de un préstamo está directamente vinculada con el proyecto específico y, en consecuencia, con el rédito anual esperado. Numerosas entidades bancarias nacionales e internacionales ofrecen servicios en este ámbito. Debido al costoso trabajo de preparación previa, merece la pena una financiación de proyecto principalmente para proyectos a partir de un volumen de inversión de unos diez millones de euros.

Financiación de exportación

En el marco de una llamada financiación de exportación, los bancos locales conceden al comprador de una mercancía (cliente) un crédito plurianual con el que el exportador cobra su precio de compra del crédito del cliente inmediatamente después de la correcta entrega o prestación. Por lo general, la condición para la concesión del crédito es disponer de una cobertura mediante el seguro de crédito a la exportación estatal alemán de Euler Hermes Deutschland AG (la llamada cobertura Hermes), que cubre aproximadamente el 85 % del riesgo económico y el 95 % del riesgo político. Para obtener más información sobre la cobertura Hermes, consulte el apartado «Ventajas de la importación de mercancías y servicios de Alemania».

Fomento de la inversión

En Alemania y en todo el mundo, el KfW Bankengruppe (grupo bancario KfW) desempeña un papel central en la prestación de servicios de crédito para la inversión en proyectos de energías renovables. En 2014, en el marco de la colaboración financiera con países en vías de desarrollo, se concedieron 3,3 billón de euros (64 % de los compromisos totales en el sector energético) a energías renovables. El KfW Entwicklungsbank (banco de desarrollo KfW) es una de las mayores entidades financieras en todo el mundo para energías renovables en países en vías de desarrollo.

Otros proveedores de fondos, en lo que concierne a la realización de proyectos fuera de la OCDE, son las agencias de desarrollo nacionales, el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (Global Environment Facility: GEF), el Banco Mundial y los bancos de desarrollo regionales. Además de los instrumentos de financiación convencionales, los donantes bilaterales y multilaterales también conceden créditos en forma del llamado «onlending» (représtamo). Con este tipo de préstamo, se concede un

crédito de una organización internacional a bancos locales en los correspondientes países participantes. Entonces, los bancos locales pueden seguir prestando estos créditos con determinadas condiciones. Así, el importador puede obtener ayudas a menudo con buenas condiciones (p. ej. largos vencimientos).

Financiación MDL/AC
Los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto constituyen otra de las posibilidades de financiación de grandes proyectos en energías renovables. En el marco del mecanismo de MDL (mecanismo para un desarrollo limpio), por ejemplo, empresas alemanas financian proyectos en países en desarrollo y de economía emergente. El país de destino extranjero recibe inversiones y, generalmente, también una mejor base de partida gracias a la transferencia de tecnología. A cambio, las empresas alemanas obtienen derechos de emisión que pueden emplear para el cumplimiento del compromiso de reducción de sus emisiones en el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión.

Instalaciones individuales, proyectos más pequeños

Las instalaciones individuales o proyectos más pequeños a menudo se llevan a cabo por parte de empresas individuales. La financiación se realiza mediante una mezcla de capital propio y ajeno o un arrendamiento financiero de activos. Los ingresos obtenidos por la venta de energías renovables (p. ej. generación de corriente o calor) o el ahorro financiero obtenido mediante instalaciones eficientes (menores costes de generación de energía) pueden utilizarse para refinanciar un crédito.

Obtención de crédito
Los bancos locales también ofrecen posibilidades de obtención de crédito a particulares y empresas. Las condiciones pueden variar considerablemente. La experiencia de los bancos en el ámbito de energías renovables tiene un papel importante en cuanto a la evaluación correcta de riesgos.

Fomento de la inversión
Según país o ubicación, las ayudas públicas como préstamos con bonificaciones de intereses, subvenciones a la inversión o ventajas fiscales pueden facilitar la inversión. Aquí también se pueden utilizar recursos de donantes bilaterales y multilaterales mediante el «onlending» anteriormente descrito (véase «Grandes proyectos / Fomento de la inversión»).

Arrendamiento financiero
Una alternativa para la compra de activos es el arrendamiento financiero, que representa una forma mixta de compra y alquiler de bienes de inversión. En comparación con la compra, el arrendamiento financiero (leasing) tiene la ventaja de que no se incluye en los balances y protege el capital propio de una empresa, así la empresa mantiene su liquidez. El arrendamiento financiero ofrece seguridad de planificación y transparencia de costes. Los ingresos se pueden generar con la venta de las energías renovables.

Ventajas de la importación de mercancías y servicios

Los importadores de mercancías y servicios alemanes del ámbito de las energías renovables obtienen, mediante distintos programas, la ayuda directa del gobierno federal alemán, que considera que las exportaciones de tecnologías de energías renovables son especialmente merecedoras de ayudas económicas, porque con estos negocios también se promueve el desarrollo sostenible global. Las garantías de exportación estatales y garantías de inversión son algunas de las formas de cobertura que se ofrecen y que se pueden solicitar de forma combinada.

Garantías de crédito a la exportación del gobierno federal alemán
Con el seguro estatal de crédito a la exportación (la también llamada cobertura Hermes) se pueden cubrir los riesgos relacionados con los negocios en el extranjero de créditos impagados de empresas alemanas en la exportación de mercancías y servicios. El plazo de amortización de crédito en proyectos del área de energías renovables es de 18 años generalmente. Incluidos los costes producidos en el ámbito local (p. ej. los gastos de infraestructura en la construcción de centrales eólicas en ubicaciones remotas) se puede cubrir un porcentaje de hasta un 30 % del valor total de pedido. Con la opción de efectuar los reembolsos a la empresa alemana en la propia moneda del país en vez de en euros, los clientes evitan el riesgo relacionado con la devaluación de la moneda propia de no poder pagar las deudas del importador alemán.

Garantías de inversión
Los importadores de mercancías y servicios alemanes se benefician además de la fortaleza de las empresas alemanas gracias a las garantías de inversión del gobierno federal alemán. Con este instrumento, el gobierno federal ofrece a las empresas alemanas que efectúan inversiones directas en el extranjero una seguridad frente a los riesgos políticos, que incluye participaciones, préstamos de cuasicapital, dotaciones de capital de sucursales y otros derechos de activos. En el caso de proyectos de energías renovables, también se pueden incluir en la garantía de inversión los compromisos de órganos públicos o controlados por el estado como, por ejemplo, la construcción de una infraestructura o los precios de compra garantizados. Las garantías pueden ser de hasta 20 años.

Evolución de la energía eólica

En muchas partes del mundo, los molinos de viento tradicionales se utilizaron para moler grano o bombear agua y han formado parte del paisaje durante siglos. Las turbinas eólicas modernas son centrales eléctricas que pueden ser utilizadas para generar electricidad a un precio competitivo. Gracias a su moderna tecnología y a sus beneficios económicos y medioambientales, la energía eólica es la fuente renovable más importante y de mayor crecimiento a medio plazo en la producción de electricidad a nivel mundial. A finales de 2014 se habían instalado aproximadamente 370 GW de capacidad eólica en todo el mundo. Los principales mercados se encuentran en China (114,7 GW), Estados Unidos (65,8 GW) y Alemania (40,4 GW).

SOWITEC group GmbH

Principio de funcionamiento

Los ingenieros se apoyaron en la experiencia adquirida en la construcción de aeronaves para aprovechar la fuerza de empuje del viento a la hora de diseñar turbinas eólicas modernas. Hoy en día, el rotor de eje horizontal de tres palas (concepto danés) es el que se usa más habitualmente. Se ha comprobado que es mecánicamente fiable, visualmente atractivo y sigiloso. Ha sido diseñado para proporcionar un rendimiento óptimo del generador para las velocidades del viento situadas entre 12–16 m/s, aunque también funciona con efectividad a menor velocidad. Si el viento es muy fuerte, el rendimiento se reduce para asegurar que se alimente la red eléctrica con un nivel constante de energía. La tecnología de control moderna se emplea cuando las turbinas eólicas se conectan a la red eléctrica para garantizar una transmisión "suave" y gradual que prevenga fluctuaciones en la red. Las instalaciones eólicas modernas para la producción de electricidad conectada a la red eléctrica son instalaciones altamente técnicas que están formadas, básicamente, por la torre de 50–150 m de alto, la góndola con dispositivos mecánicos, el rotor con eje horizontal y tres palas del rotor.

Las ventajas de la energía eólica

- La industria eólica ofrece electricidad limpia y ecológica a precios competitivos.
- El mercado de turbinas eólicas crea empleo y aporta beneficios a zonas económicamente más pobres. Los ingresos destinados a las comunidades se generan a partir de la recaudación de impuestos y de los contratos de arrendamiento de terreno.
- Las turbinas eólicas cubren un amplio abanico de aplicaciones desde unos pocos kW hasta varios MW.
- Las turbinas de 10 kW, que no están conectadas a la red de distribución eléctrica, suministran energía a granjas y pequeñas aldeas; grandes parques eólicos marinos con varios cientos de megavatios de capacidad instalada suministran energía a la red de distribución eléctrica de las regiones industriales.
- Las turbinas eólicas son la base idónea para la producción de una mezcla de energía con otras instalaciones de energía renovable, ya sea para la red de distribución pública, como para las centrales híbridas o las minirredes.

Rendimiento de las instalaciones eólicas

La producción de electricidad de las instalaciones eólicas es diferente dependiendo de la velocidad del viento, la altura de la instalación y el tamaño de las palas del rotor. Un incremento de la velocidad del viento implica un aumento proporcionalmente muy superior de la producción de electricidad, de ahí que, un incremento del 10 % en la velocidad del viento incrementa el rendimiento en una tercera parte. En Alemania, una turbina de 1,5 MW en tierra produce de media 2,5–5 millones de kWh de electricidad por año. Los rotores de las torres más altas están expuestos a una mayor velocidad del viento, además, los álabes más largos capturan mucha más energía eólica y, por lo tanto, también aumenta el volumen de conversión de energía. En caso de viento fuerte, se adapta la producción de energía para que el nivel de corriente sea constante. En caso de una inminente sobrecarga de la red o de viento fuerte que pueda dañar los rotores, se desconectan las turbinas.

Energía eólica "Made in Germany"

Alemania aprovecha su posición pionera y su experiencia para ofrecer ideas modernas para nuevas aplicaciones y soluciones que han demostrado su eficacia en todo el mundo. Las empresas alemanas son proveedores líderes en el mercado eólico. La oferta va desde la investigación y la producción de los componentes y sistemas completos más variados, pasando por el desarrollo de proyectos, hasta el mantenimiento y la dirección de los parques eólicos. Los servicios y productos de la industria eólica "Made in Germany" disfrutan de una excelente reputación a nivel mundial, dada su fiabilidad y su elevado nivel de desarrollo tecnológico.

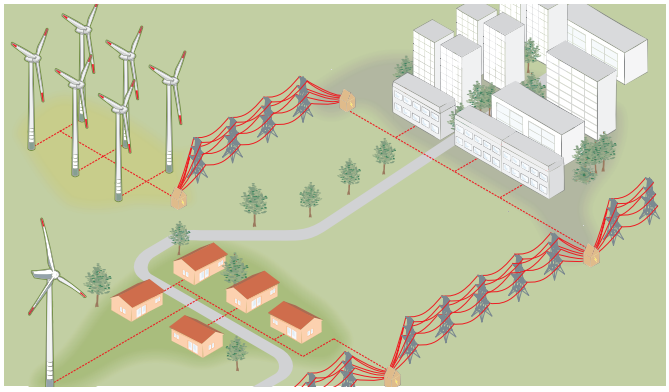
Tecnologías para el aprovechamiento de la energía eólica

Energía eólica terrestre

Hoy en día, las instalaciones eólicas terrestres están situadas en la costa o cerca de ella. Para lograr un alto rendimiento, se han desarrollado turbinas con torres altas y grandes superficies de barrido del rotor. Además, las montañas y las mesetas son lugares especialmente apropiados para el aprovechamiento de la energía eólica. Existe una amplia gama de turbinas eólicas para satisfacer cada tipo de aplicación. Para transformar eficazmente la energía eólica en electricidad se han desarrollado dos tecnologías:

- Por un lado, se encuentra el concepto de propulsión clásico con un número de revoluciones variable, engranajes y un generador de marcha rápida y,
- Por otro lado, están las instalaciones sin engranajes.

Campos de aplicación



Ventajas de la energía eólica terrestre

- Los costes de inversión son menores que los de las instalaciones en alta mar, que, en parte, deben construirse, cablearse, instalarse, operarse e inspeccionarse en alta mar.
- Además, la producción de electricidad descentralizada tiene lugar más cerca de los centros de consumo, hecho que hace que se requiera un menor gasto en la ampliación y funcionamiento de la red.

Turbinas conectadas a la red eléctrica

Las turbinas eólicas se instalan en grupos, en los llamados parques eólicos, o en unidades individuales. Las unidades individuales suelen suministrar energía directamente a la red eléctrica existente. Cuando se construyen parques eólicos, los costes de conexión a la red de distribución eléctrica son normalmente más elevados (cables de conducción a la red eléctrica para el tránsito de energía, unidades de control y estaciones de transformadores).

Instalaciones individuales/remotas

Las instalaciones individuales se utilizan principalmente en zonas en las que la red eléctrica está demasiado lejos y una conexión es demasiado costosa.

Repotenciación

En el proceso de repotenciación, las instalaciones eólicas de primera generación están siendo reemplazadas por turbinas modernas. De este modo, incluso en mercados eólicos clásicos como Alemania, las capacidades se pueden ampliar sin que se tenga que recurrir a nuevos terrenos. En los nuevos mercados eólicos, aunque actualmente la necesidad de repotenciar todavía sea baja, esta también ofrece un gran potencial para el futuro. Al mismo tiempo, se ha desarrollado un mercado para las turbinas usadas, que se emplean en soluciones individuales independientes.

Instalaciones eólicas pequeñas

Hasta el día de hoy, no existe una definición clara de los aerogeneradores pequeños. Las definiciones más comunes son:

- Según la norma CEI 61400-2:2006, los aerogeneradores pequeños cuentan con una superficie del rotor máxima de 200 m², lo que corresponde a una potencia nominal, aproximadamente, de 50 kW, con una tensión eléctrica por debajo de los 1000 voltios de corriente alterna o de los 1500 voltios de corriente continua.
- Según la Asociación federal de Energía Eólica (BWE), los aerogeneradores pequeños (SWT, por sus siglas inglesas) se diferencian en:
  – microaerogeneradores (hasta 5 kW de potencia nominal),
  – aerogeneradores mini (de 5 kW a 30 kW),
  – aerogeneradores medianos (de 30 a 100 kW).
- Por lo general, la torre no mide más de 20 metros y la potencia media se sitúa entre 5 y 10 kW.

Ventajas de las instalaciones eólicas pequeñas en regiones remotas

Aparte del propio suministro eléctrico, las instalaciones eólicas pequeñas pueden ahorrar diésel, que se utiliza en los generadores de forma alternativa para producir electricidad. Son idóneas para el abastecimiento básico de electricidad de regiones alejadas de la red, especialmente si se combinan con otras tecnologías de energías renovables, como la fotovoltaica. Los pequeños aerogeneradores (SWT) evolucionan cada vez más como alternativa para la producción de energía independiente y autárquica. A este respecto, el mayor potencial se ve, especialmente, en los países emergentes y en desarrollo con un bajo índice de electrificación. Así, los pequeños aerogeneradores pueden proporcionar energía como sistemas autónomos o integrarse fácilmente en redes aisladas existentes, es decir, sistemas híbridos.

En alta mar: dimensiones gigantescas

- Actualmente, la altura del buje de una instalación eólica marina de 5 MW es de unos 90 metros sobre el nivel del mar,
- el diámetro del rotor es aproximadamente de 125 metros, las palas del rotor abarcan una superficie de unos 1,5 campos de fútbol,
- la góndola es tan grande como una casa unifamiliar y pesa hasta 400 toneladas. Una instalación eólica marina con un peso total de hasta 1.000 toneladas pesa tanto como 250 elefantes.

Ventajas de las plantas eólicas en alta mar

- Los parques eólicos en alta mar crean nuevas posibilidades para el mercado laboral, especialmente para las empresas de servicios especializados que se centran en las exigencias de las operaciones en alta mar. Las zonas costeras más débiles económicamente se pueden beneficiar de este desarrollo.
- Los parques eólicos con una capacidad instalada de varios cientos de megavatios suministran una corriente constante y pueden sustituir grandes centrales eléctricas y realizar servicios auxiliares como, por ejemplo, el mantenimiento de la frecuencia.
- Menor competencia de uso referente a las superficies de agua, porque la competencia o las posibilidades alternativas de aplicación son menores. little competition and little potential for alternative applications.

Perspectivas

El Consejo Mundial de Energía Eólica (GWEC) calcula que hasta 2020 la energía eólica podría cubrir un 12 % (en 2030, de un 15 a un 17,5 %) de la necesidad energética mundial. La mitad de todas las instalaciones mundiales se instalará probablemente en mercados emergentes como Brasil, China, India, México, Marruecos, Sudáfrica o Turquía. Además, hay que destacar que los bancos de desarrollo nacionales y multilaterales están invirtiendo cada vez más en el sector de la energía eólica en estos países emergentes.

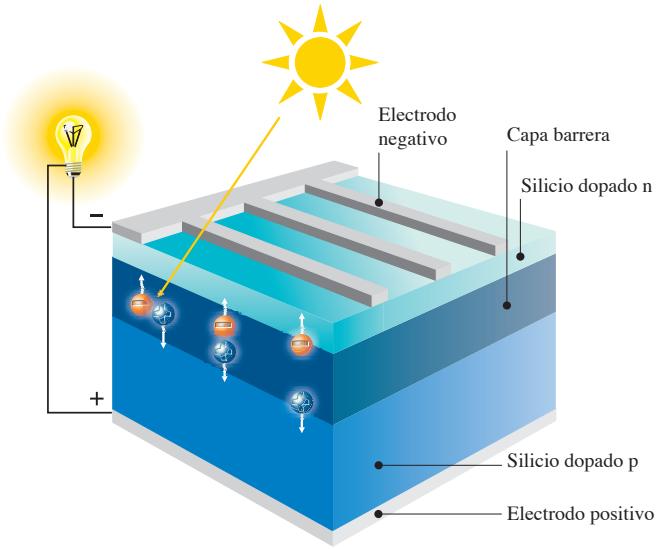
En tierra firme: Especialmente en el sector de la energía eólica en tierra firme, es importante mejorar la aceptación de los parques eólicos por parte de la población. En este contexto, el modelo de participación ciudadana (parques eólicos de ciudadanos) puede ayudar a hacerlo realidad. Este tipo de participación ya se utiliza en algunos países como, por ejemplo, Alemania y Dinamarca.

En alta mar: Los pronósticos para el sector en alta mar son positivos y prevén que tenga un fuerte crecimiento en el año 2015, especialmente en la UE. Esto se debe a la ampliación planeada para toda Europa de los proyectos en alta mar, que se prevé que alcanzarán 1,9 GW de nueva potencia instalada en 2014 y 12 GW en 2015. En las costas alemanas ya existen numerosos estacionamientos que esperan su próxima ampliación en el marco de los parques eólicos que se encuentran actualmente en construcción. Los mayores potenciales de crecimiento en el sector en alta mar se presentan, en Europa, en el Reino Unido y Bélgica, aparte de Alemania, pero también hay movimiento en el mercado de los Países Bajos y Dinamarca. Francia se ha fijado un objetivo de ampliación de 6 GW.

Instalaciones eólicas pequeñas: Los pequeños aerogeneradores (SWT) evolucionan cada vez más como alternativa para la producción de energía independiente y autárquica. A este respecto, el mayor potencial se ve, especialmente, en los países emergentes y en desarrollo con un bajo índice de electrificación. Así, los pequeños aerogeneradores pueden proporcionar energía como sistemas autónomos o integrarse fácilmente en redes aisladas existentes, es decir, sistemas híbridos. Según las previsiones de la Asociación Mundial de Energía Eólica (WWEA), la capacidad instalada podría alcanzar una capacidad instalada acumulada de, aproximadamente, 5 GW para 2020.

Energía solar: tecnología energía fotovoltaica

La energía solar ofrece un enorme potencial que puede aprovecharse mediante diversas tecnologías. Una de ellas es la tecnología fotovoltaica (FV). Dada la disponibilidad global de la energía solar, la tecnología fotovoltaica es una solución interesante para generar electricidad tanto mediante conexiones a redes de suministro locales como autónomas.

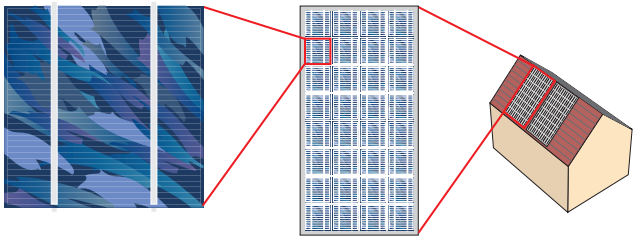


Funcionamiento

- Las células fotovoltaicas están compuestas por uno o varios materiales semiconductores y posibilitan la conversión directa de la energía solar en energía eléctrica.
- Introduciendo elementos químicos surgen dos capas: una capa conductora p y una capa conductora n con un exceso de portadores de carga positivos y negativos, respectivamente. Este desequilibrio da lugar a la formación de un campo eléctrico interno junto a la capa límite que, al incidir la luz sobre él, provoca la separación de la carga. Los portadores de carga liberados pueden ser conducidos a través de contactos metálicos y ser utilizados directamente por un aparato eléctrico como corriente continua (CC) o bien alimentar la red eléctrica como corriente alterna (CA) mediante un inversor intermedio.
- Para lograr capacidades mayores se conectan células fotovoltaicas a paneles solares.
- Además del silicio se emplean otros elementos en las aplicaciones fotovoltaicas, como cobre, galio o cadmio. En general, se distingue entre las tecnologías de capa gruesa (las células de silicio monocristalino y policristalino) y las de capa fina (p. ej. silicio amorfo).

Ventajas de la producción de energía fotovoltaica

- Producción de electricidad sin ruido ni emisiones.
- Gran capacidad de aplicación, desde miniaplicaciones como las calculadoras solares de bolsillo, hasta la producción de electricidad para hogares y grandes fábricas con un rendimiento de varios megavatios.
- Sin partes movibles: las instalaciones gozan de una larga vida útil.
- Gran sostenibilidad climática: el uso y la eliminación de silicio no presenta ningún riesgo para el medio ambiente.
- Actualmente, en la fabricación de células fotovoltaicas se utiliza mayormente silicio, ya que es el segundo elemento más abundante en la Tierra y, por lo tanto, su obtención resulta económica.



Célula solar | módulo solar | generador solar

Sistemas fotovoltaicos

Dependiendo de cada aplicación, los módulos se configuran y se cablean como sistemas instalados completos que disponen de inversores, reguladores de carga, baterías y similares. Las instalaciones fotovoltaicas se pueden diseñar como sistemas autónomos o como sistemas conectados a la red de distribución eléctrica. En sistemas autónomos, el rendimiento energético se ajusta a las necesidades energéticas. Si es necesario, la energía se almacena en acumuladores o se complementa con una fuente de energía adicional (sistema híbrido). En los sistemas conectados a la red eléctrica, la red de electricidad pública es efectivamente el medio de almacenamiento de la energía.

Conversión de corriente eléctrica

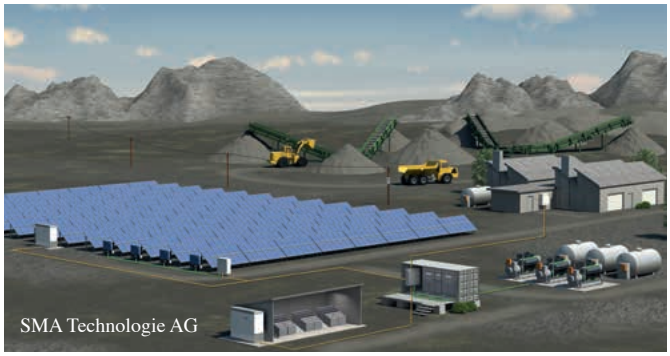
- Los inversores convierten la corriente continua en corriente alterna, que después puede alimentar las redes de corriente eléctrica.
- Esta conversión se lleva a cabo a través del inversor, que también regula el modo operativo óptimo de acuerdo con las condiciones de radiación solar e incluye dispositivos protectores y de monitoreo.
- Además, el inversor juega un papel especialmente importante en la integración de la red eléctrica de energías renovables. Así, el inversor se integra mucho en la red eléctrica inteligente para lograr optimizar la producción eléctrica y la carga en las redes.

Ámbitos de aplicación

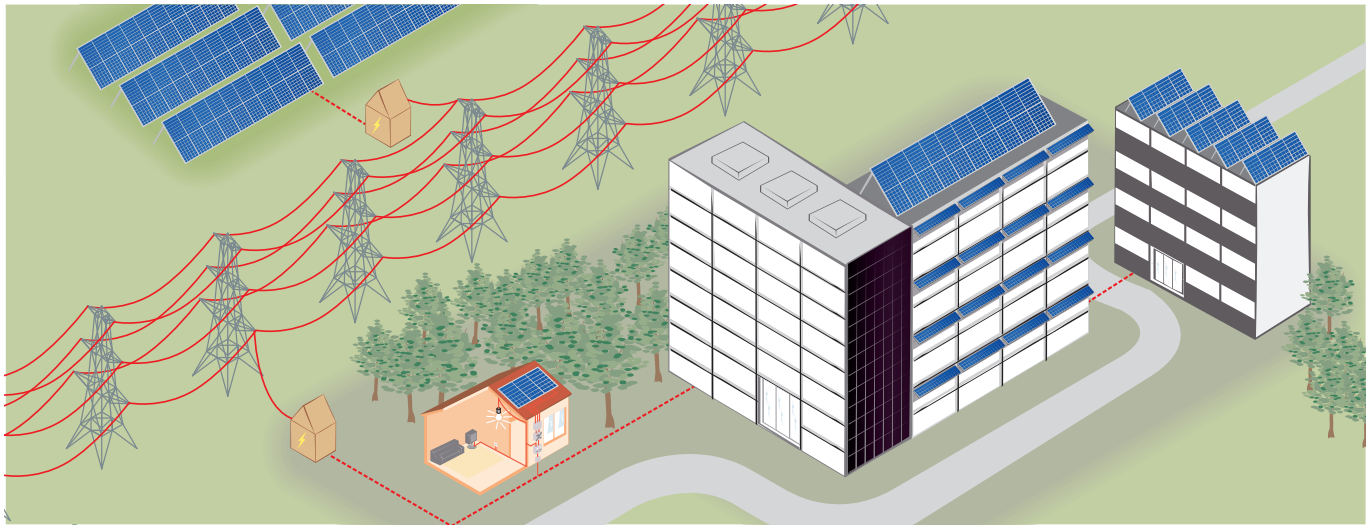
Los sistemas FV pueden utilizarse tanto conectados a la red eléctrica como también en el ámbito de sistemas aislados o suministrar corriente eléctrica a poblaciones enteras en combinación con otras tecnologías como sistemas híbridos mediante redes aisladas. Los sistemas aislados de la red son especialmente indicados para el suministro eléctrico de zonas remotas o en regiones donde la seguridad de abastecimiento es baja. Estos sistemas también ofrecen la ventaja de la escalabilidad ilimitada del generador fotovoltaico: desde unos pocos vatios, pasando por el suministro para electrodomésticos, hasta varios cientos de kilovatios pico o incluso megavatios pico.

(1) Aplicaciones domésticas: la forma típica de instalación es en el tejado. Se encuentran nuevos campos de aplicación en la fotovoltaica integrada en el edificio, por ejemplo, en la integración de FV en el tejado, la fachada o las ventanas. Si una instalación debe cubrir, por ejemplo, el consumo propio anual de una familia de cuatro miembros en Alemania, un hogar medio necesitará una instalación FV con una potencia máxima de 3,5 a 4 kW. Según la tecnología FV utilizada, esto corresponderá a una superficie solar aproximadamente de 35 a 40 m^2 o más. Se puede lograr una optimización del consumo propio mediante la tecnología de sistema inteligente. Con una conexión a la red se puede vender el exceso de corriente eléctrica directamente a los proveedores de red. En comparación con una instalación independiente de la red, los costes de la instalación son menores, porque, por lo general, no es necesario ningún almacenamiento de energía, lo cual mejora adicionalmente la eficacia del sistema. Además, la producción de corriente eléctrica con FV y soluciones de almacenamiento también se puede realizar en lugares alejados de la red. Las estaciones de carga móviles y los sistemas de lámparas son otros ámbitos de aplicación para el uso privado.

2) Industria y comercio: principalmente se usan las instalaciones en el tejado usadas también en el ámbito privado, porque permiten utilizar los tejados de las naves industriales y complejos de edificios para producir electricidad con instalaciones FV para el suministro de centros de producción y empresas comerciales. El suministro se puede realizar con sistemas aislados o conectados a la red eléctrica. Un caso especial es el de los sistemas híbridos, que combinan instalaciones FV con otras tecnologías de energías renovables y/o con generadores diésel. Así se pueden reducir los costes del diésel y diversificar la estructura de consumo.


SMA Technologie AG

(3) Grandes instalaciones conectadas a la red eléctrica: por regla general, las grandes instalaciones se conciben como instalaciones al aire libre o como grandes instalaciones en el tejado. Este tipo de instalación puede electrificar municipios y regiones, y suministrar electricidad a los sistemas aislados (minirredes). En las minirredes, varios sistemas fotovoltaicos alimentan una red aislada, y abastecen así de electricidad a varios hogares o incluso poblaciones enteras. Aquí se emplean a menudo soluciones híbridas. Para la optimización de la producción de electricidad, los módulos pueden orientarse hacia el sol.



Tendencias futuras

Bosch Solar Energy AG

Evolución de las nuevas tecnologías

Las empresas alemanas son pioneras a nivel mundial en el desar-rollo e investigación de nuevas tecnologías fotovoltaicas. Para que el mercado continúe evolucionando favorablemente en el futuro, es imprescindible que los precios sigan bajando, por ejemplo, incrementando la potencia y reduciendo el consumo de materiales así como fomentando el uso de las tecnologías fotovoltaicas en otros ámbitos de aplicación. Por lo tanto, las siguientes tecnologías fotovoltaicas deberían ganar importancia en el futuro:

Tecnología fotovoltaica de concentración (CPV)

Mediante el uso de sistemas de espejos y lentes se concentra una gran intensidad luminosa sobre una célula fotovoltaica. De este modo, actualmente se pueden alcanzar rendimientos de hasta un 43,6 %. Esta tecnología ofrece un gran potencial de reducción de los costes de producción y, por consiguiente, una forma económica de suministro eléctrico para el futuro.

Tecnología fotovoltaica orgánica (FVO)

Las células fotovoltaicas orgánicas están fabricadas con compuestos de hidrocarburos que, de forma similar al silicio amorfo, se aplican sobre el material de sustrato. La ventaja de este tipo de células fotovoltaicas es que, a diferencia de lo que ocurre con las células fotovoltaicas inorgánicas, su rendimiento no se ve afectado si la radiación disminuye y las temperaturas aumentan. Esto permite alcanzar un mayor rendimiento energético solar y, además, por el color y la flexibilidad del material existen más posibilidades de aplicación.

Integración de la red eléctrica

La continua expansión de sistemas fotovoltaicos convierte la integración de la red eléctrica en el centro de interés. Especialmente en zonas rurales, se generan grandes cantidades de energía solar que alimentan la red eléctrica. Pero, en contrapartida, es allí donde se demanda menos electricidad comparativamente hablando. La expansión y el continuo desarrollo de la red eléctrica y de las posibilidades de almacenamiento de electricidad fotovoltaica vienen acompañados de la expansión de la energía fotovoltaica. La industria fotovoltaica alemana está desarrollando inversores modernos que aumenten considerablemente la capacidad de las redes eléctricas y consigan, así, reducir el coste de expansión de las redes de distribución.

Responsabilidad del fabricante y reciclaje

Los módulos fotovoltaicos contienen materiales como el vidrio, el aluminio y una gran variedad de materiales semiconductores que pueden ser reutilizados, ya sea en nuevos módulos fotovoltaicos o en otros nuevos productos. Si, como consecuencia de su vida útil, está previsto que se retiren módulos de la red eléctrica en los siguientes 10 a 15 años, especialmente las empresas tienen la responsabilidad de ofrecer soluciones sostenibles para la eliminación de residuos. Existen procesos industriales de reciclaje tanto para los módulos de capa fina como para los cristalinos. Las empresas del sector fotovoltaico europeo crearon en 2007 el sistema de reciclaje «PV CYCLE».

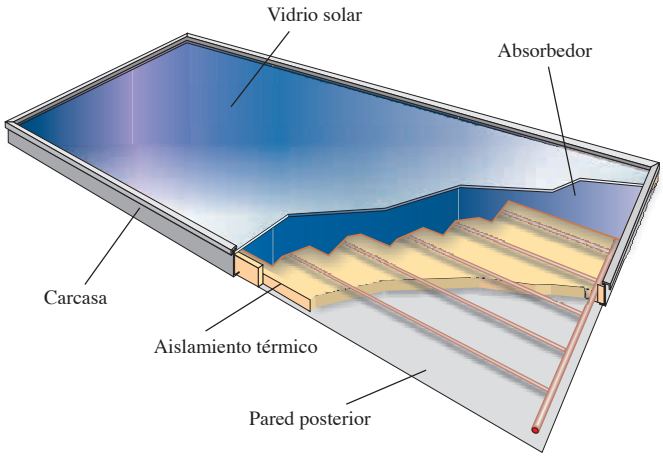
Perspectivas

Según la Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica (AEIF o EPIA, por sus siglas en inglés), cabe esperar que los mercados de mayor crecimiento de Europa se desplacen a otras regiones de la Tierra. China y la India, sobre todo, disponen de un gran potencial para la construcción de nuevas instalaciones fotovoltaicas. De ahí que se prevea un fuerte crecimiento del mercado fotovoltaico de estos países en los próximos años. También se espera una ampliación de las instalaciones fotovoltaicas en el Sudeste Asiático, Latinoamérica y la región de Oriente Medio y África del Norte.

En muchos países del mundo no hay red eléctrica o esta es insuficiente. Hasta ahora, en las regiones antes mencionadas se utilizaban generadores diésel para producir electricidad. En el futuro, los sistemas híbridos FV-diésel ofrecerán una alternativa ecológica a los generadores. Según estimaciones de Greenpeace, la cuota global de mercado de los sistemas aislados instalados en países en desarrollo experimentará un fuerte crecimiento en los próximos años y, así, para el año 2030, se garantizará el suministro eléctrico autónomo de unos dos mil millones de personas. El primer sistema híbrido FV-diésel comercial entró en funcionamiento a finales de 2012 en Sudáfrica.

Energía termosolar de baja temperatura

La producción de calor con energía solar es una tecnología de eficacia demostrada desde hace décadas. La energía termosolar se puede emplear para calentar el agua de servicio, para sistemas de calefacción y también de refrigeración.



Funcionamiento y tipos de colectores solares

Absorbedores sin acristalar:
este es el tipo más sencillo de colectores solares, consistente en esteras de plástico negras que suelen utilizarse para calentar el agua de las piscinas y reducir así los gastos de funcionamiento de las mismas. Salen más rentables que las calderas que se alimentan de combustibles fósiles y alcanzan una temperatura de entre 30 y 40 °C.
Casi el 90 % de los colectores empleados en Alemania son **colectores planos**. El dispositivo de absorción metálico está integrado en una caja y reduce las pérdidas de calor a través de un aislante térmico y un cristal. Por norma general, los colectores solares planos funcionan a unos intervalos de temperatura de entre 60 y 90 °C.
Colectores de aire:
los colectores de aire son un tipo especial de colectores planos. Calientan el aire y se utilizan para la calefacción de edificios calentando el aire directamente, sin almacenamiento intermedio. El aire caliente se puede usar también para el secado de productos agrícolas. El uso de un intercambiador de calor de agua-aire permite asimismo calentar agua, por ejemplo, para la producción de agua potable caliente.
Colectores de tubo de vacío:
con los colectores de tubo de vacío se alcanzan temperaturas y rendimientos energéticos aun más elevados, consiguiendo así una reducción aún mayor de las pérdidas de calor mediante la alta presión negativa en los tubos de vidrio. Un colector consta de varios tubos de vacío. Gracias a la capacidad giratoria de cada tubo, la placa de absorción plana que se encuentra en el matraz puede orientarse hacia el sol de manera excelente. Por esta razón, se pueden colocar los colectores de tubo de vacío casi de manera horizontal en cubiertas planas. Cada tubo forma un sistema cerrado en sí mismo que transmite el calor al agua que se debe calentar mediante un circuito térmico resistente a las heladas.

Ventajas

- Reducción del consumo de combustibles fósiles, ahorro sustancial en las facturas de calefacción y mejor previsión de costes de calefacción
- Menor dependencia de las importaciones de energía
- Contribución a la reducción de las emisiones de CO_2
- Tecnología probada y fiable

Sistemas de circulación por bombeo

La energía térmica generada es conducida al acumulador de energía mediante un medio de transferencia térmica.
La circulación del medio de transferencia se realiza mediante una bomba. Por ello, el acumulador de energía puede colocarse en el sótano; de este modo se facilita la integración de la instalación solar y del generador de calor convencional.
La unidad de control supervisa y regula el sistema para que siempre haya suficiente energía térmica.

KBB Kollektorbau GmbH

Sistema de termosifón (convección)
Los sistemas de termosifón están instalados idealmente en zonas donde no se producen heladas, su diseño es muy sencillo y funcionan sin energía eléctrica para bombas y reguladores.
Los líquidos calentados presentan una densidad más baja que los líquidos fríos, y la gravedad permite que el medio de transferencia de calor circule entre el colector y el acumulador que se encuentra encima.

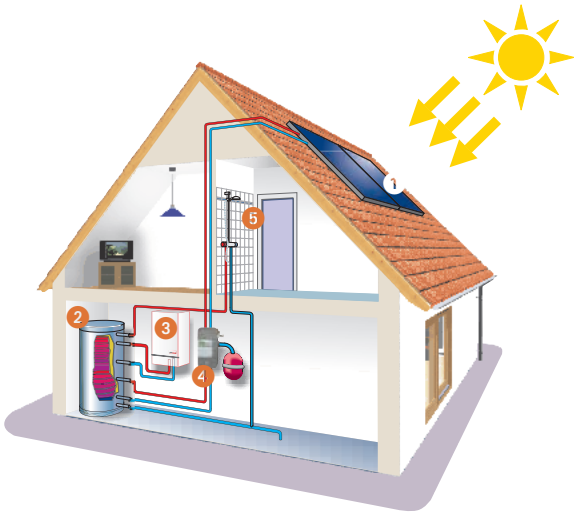
Perspectivas

Durante mucho tiempo, se ha infravalorado la tecnología termosolar. Con la subida de los precios en el sector energético y el desarrollo de sistemas de calefacción solar más innovadores es de esperar un fuerte crecimiento en el futuro. A este respecto, el uso de la energía termosolar en viviendas plurifamiliares, hospitales, residencias, hoteles y entornos industriales está adquiriendo cada vez mayor relevancia.

Campos de aplicación de la energía termosolar

Producción de agua caliente para viviendas unifamiliares

Esta es la aplicación más común para la producción de energía termosolar en todo el mundo. En Europa, estos sistemas están diseñados para cubrir el 100 % de la demanda de agua caliente en verano y del 50 al 70 % en un año. Están compuestos de una superficie de colector de un tamaño de 3 a 6 m² y una caldera con una capacidad de 200 a 400 litros para almacenar el agua calentada necesaria en un hogar de 4 personas.



Sistemas termosolares para el calentamiento de agua potable en viviendas unifamiliares: 1) Colector 2) Tanque solar de almacenamiento 3) Caldera 4) Estación solar con controlador solar integrado 5) Consumidor de agua caliente (p. ej.: la ducha)

Sistemas para el calentamiento de agua potable

Los sistemas para el calentamiento de agua potable suelen planificarse de manera que, en el semestre de verano, puedan calentar completamente el agua de servicio. En el semestre de invierno, el agua se calienta principalmente gracias a un generador de calor (caldera, generalmente de gas, petróleo, madera o con una bomba de calor) asistido por la instalación termosolar en los días soleados. Así, durante todo el año la instalación termosolar cubre aproximadamente un 60 % de la energía térmica necesaria para calentar el agua de servicio. El tamaño de la superficie colectora requerida al efecto varía en función de las condiciones climáticas locales.

Sistemas combi

La superficie de colectores solares de los sistemas combi es mayor. Estos contribuyen a la calefacción del edificio en la primavera y el otoño. En este caso, la superficie colectora necesaria también depende de las condiciones climáticas locales y de la demanda del consumidor. Por norma, el porcentaje de la demanda total de calor del edificio que se cubre mediante energía termosolar oscila entre un 20 y un 30 %, en función de lo bien aislada que esté la casa y, por consiguiente, de cuánta calefacción necesite. Existen, sin embargo, casas solares especiales que cubren en más del 50 %, e incluso al 100 %, la demanda total de calor con energía solar térmica.

Disponibilidad y almacenamiento

Para poder usar el calor solar a mayor escala, se deben instalar redes de calefacción urbana y conectarlas al acumulador de calor de tamaño correspondiente. Son necesarios volúmenes de almacenamiento gigantescos si se usa el calor solar en una red de calefacción urbana para que puedan abastecerse de calor todas las áreas residenciales y que el calor acumulado en verano también esté disponible en las estaciones más frías. Por ejemplo, el calor se puede almacenar en capas acuíferas subterráneas.

Generación de calor de proceso para aplicaciones industriales

El potencial de los sistemas termosolares en el ámbito del calor de proceso es enorme: aproximadamente el 30 % de la demanda de calor en entornos industriales se encuentra en un intervalo de temperatura inferior a los 100 °C. El calor solar puede suministrar energía o bien a nivel de suministro (red industrial de agua caliente o vapor) o a nivel de proceso.

Hoy por hoy, la tecnología de sistemas necesaria para temperaturas elevadas sigue siendo relativamente cara. En cambio, el suministro de calor de proceso en temperaturas de entre 20 y 100 °C puede ampliarse de forma relativamente rápida y rentable. En el futuro, podrán alcanzarse temperaturas de hasta 250 °C.

Ejemplo: en Eichstätt (Alemania), una de las aproximadamente 100 instalaciones piloto en el mundo suministra agua calentada con energía termosolar a una fábrica de cerveza. Para aumentar la rentabilidad de los procesos de la fábrica de cerveza, se adaptaron los procesos de producción a la intensidad de la radiación solar. La instalación funciona con colectores de tubo de vacío en una superficie colectora de 900 m², así como con dos acumuladores solares de 60 m³.

Perspectivas

Durante mucho tiempo, se ha infravalorado la tecnología termosolar. Con la subida de los precios en el sector energético y el desarrollo de sistemas de calefacción solar más innovadores es de esperar un fuerte crecimiento en el futuro. A este respecto, el uso de la energía termosolar en viviendas plurifamiliares, hospitales, residencias, hoteles y entornos industriales está adquiriendo cada vez mayor relevancia.

Campos de aplicación de la refrigeración solar

Wagner & Co Solartechnik GmbH

Climatización solar

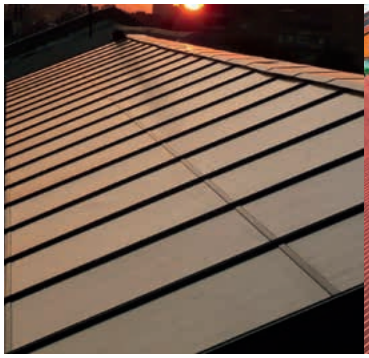
La tecnología termosolar puede suponer una contribución importante para los sistemas de climatización. La energía generada en un colector se usa para hacer funcionar un sistema de aire acondicionado. La ventaja de esta tecnología es que se necesita más refrigeración justo en las horas de máximo sol, lo que elimina la necesidad de un almacenamiento prolongado de calor o frío. Además de ahorrar combustibles fósiles, esto también significa que en verano se puede reducir la demanda máxima de potencia eléctrica. El incremento del deseo de un nivel de vida más elevado, junto con la tendencia de construir edificios con grandes fachadas de cristal, probablemente conllevará el aumento de la demanda de aire acondicionado respetuoso con el medio ambiente. Estos sistemas representan una alternativa fiable especialmente en países más cálidos, donde las redes eléctricas alcanzan su capacidad máxima a las horas de mayor demanda energética de los aparatos eléctricos de refrigeración.

Sistemas que se usan en la refrigeración solar

En sistemas cerrados, se pone en marcha un proceso de refrigeración por absorción con ayuda de la energía solar. En este sistema, los líquidos empleados no entran en contacto con el aire exterior. En cambio, en los sistemas abiertos, el agua, como medio de refrigeración, entra en contacto directo con el aire exterior que se tiene que refrigerar. Los sistemas abiertos normalmente usan una combinación de deshumidificación absorbente del aire y de enfriamiento por evaporación que se utiliza en sistemas de ventilación para tratar el aire. La climatización basada en absorción es una tecnología avanzada. En el denominado método desecante, el vapor de agua se separa del aire que se absorbe por medio de un desecante, por ejemplo gel de sílice, que se coloca en un cilindro rotativo poroso y absorbe la humedad. Durante la rotación, una parte del cilindro se mantiene caliente constantemente gracias a una corriente de aire calentada por el sol y la humedad se desprende al medio ambiente. En los sistemas abiertos, tanto el aire de salida humedecido como el aire de suministro actúan como refrigerantes. El aire de suministro sale directamente al espacio a través de un sistema de recuperación de calor. En el primer rotor, el aire que se absorbe se calienta levemente durante el secado. Al pasar por el segundo rotor, se enfría hasta alcanzar la temperatura ambiente. Con la evaporación del agua del aire de entrada se alcanza el nivel deseado de refrigeración.

Perspectivas

Especialmente en países con una elevada demanda de refrigeración, la refrigeración asistida por sistemas solares es una tecnología con mucho futuro que, a largo plazo, puede ayudar a reducir el consumo de electricidad y los gastos de climatización. En este caso, el calor retenido a través de los colectores solares representa la energía motriz de las máquinas refrigeradoras. No obstante, dado que la tecnología de refrigeración solar es relativamente nueva, actualmente los gastos de instalación siguen siendo superiores a los de los sistemas de refrigeración convencionales. Los motivos de estos costes superiores son la complejidad de la tecnología y el bajo nivel de industrialización. Las empresas y los institutos de investigación trabajan en el desarrollo de esta tecnología para hacerla más compacta, asequible y apta para su uso con potencias menores.



Schüco AG

Wagner & Co Solartechnik GmbH

KBB Kollektorbau GmbH

Centrales termosolares a alta temperatura

Conceptos básicos de la tecnología

Las centrales basadas en la energía termosolar a alta temperatura (concentrated solar power, CSP) utilizan la energía del sol en plantas a gran escala para producir electricidad. La radiación solar se concentra de forma óptica, lo que permite alcanzar temperaturas muy elevadas para el proceso en la central. Una gran ventaja de esta tecnología es que el calor a alta temperatura también puede almacenarse de forma temporal, lo que permite producir electricidad según la demanda.

Para que su funcionamiento sea rentable, las centrales termosolares necesitan disponer de un alto porcentaje de radiación solar. Por este motivo, suelen instalarse en zonas con altos índices de radiación solar, por ejemplo, en el sur de Europa, el norte de África o el suroeste de los EE. UU. En el transcurso del actual desarrollo del mercado, se han planificado y construido numerosas centrales de cilindros parabólicos, pero también, en gran medida, centrales de torres solares; además, algunas instalaciones con tecnología Fresnel están en funcionamiento o en construcción. En 2013 había aproximadamente 60 centrales termosolares conectadas a la red a escala mundial, lo que supone una capacidad de unos 3.200 MW, y había otras 40 centrales, con una potencia total planificada de 6.000 MW, que se encontraban en distintas fases de construcción o desarrollo del proyecto. Las empresas alemanas figuran en el grupo líder en el ámbito de investigación y desarrollo de tecnologías CSP en todo el mundo.

Novatec Solar GmbH

Las centrales de cilindros parabólicos disponen de numerosas filas paralelas de colectores compuestas por espejos abovedados que concentran la luz solar hacia un tubo absorbedor que pasa por la línea focal y genera temperaturas de hasta 400 ºC. El aceite térmico sirve como transmisor de calor para conducir la energía térmica a un intercambiador de calor, donde el vapor de agua se genera a una temperatura de alrededor de 390 °C. Este es utilizado después para accionar una turbina de vapor con generador, al igual que en las centrales eléctricas convencionales.
En los **colectores Fresnel**, unos grandes espejos planos ligeramente curvados concentran la radiación solar hacia un tubo absorbedor fijo, a través del que se calienta el agua y se convierte en vapor directamente. El vapor resultante se puede usar para la producción de electricidad o, en procesos industriales, para la refrigeración o desalinización directa. El concepto básico de estos colectores es más sencillo que el del espejo con ranuras parabólicas, lo cual conlleva una reducción del rendimiento anual, pero también un menor coste de inversión para el campo solar.

FLABEG Holding GmbH

En las **centrales de torres solares**, la radiación solar de cientos de espejos que se mueven automáticamente se concentra en un absorbedor central y un intercambiador de calor. Las temperaturas, con hasta 1.000 °C, alcanzan valores mucho más elevados que en colectores cilindro-parabólicos. Estas temperaturas más elevadas tienen como consecuencia un mejor rendimiento, especialmente al utilizar turbinas de gas, lo cual da como resultado un menor coste eléctrico.
En las **instalaciones de disco Stirling**, un espejo parabólico (Dish, en inglés) concentra la radiación solar en el receptor térmico de un motor Stirling secundario, que convierte la energía térmica directamente en trabajo mecánico, es decir, en electricidad. Se obtiene un nivel de rendimiento superior al 30 %. También existen plantas prototipo, por ejemplo, en la Plataforma Solar de Almería (España). Estas plantas son idóneas como sistemas autónomos. También existe la posibilidad de interconectar varias instalaciones independientes en un «parque» y cubrir, de este modo, un consumo de entre diez kilovatios y varios megavatios.

Perspectivas

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) prevé que la potencia instalada se triplicará hasta 2018 mediante la ampliación de las centrales termosolares, pasando de los 3,2 GW actuales a los escasos 10 GW. Esta favorable evolución mundial en la ampliación de las centrales termosolares es fruto del aumento de proyectos en numerosos países y va acompañada de importantes reducciones en los costes de producción de energía en los nuevos proyectos de centrales. En los próximos cinco a diez años, las plantas termosolares con una buena ubicación, y con electricidad procedente de centrales de carga media, podrían llegar a ser competitivas, dependiendo de la evolución de los costes totales (compra y costes de reducción de CO_2) de los combustibles fósiles.

Bioenergía: movilidad, producción de calor y de electricidad

Sólido
- Residuos de madera
- Residuos de productos vegetales
- Residuos de tallos o cereales (madera y productos vegeales)

Gaseoso
- Biogas
- Gas de aguas residuales
- Gas de vertederos

Líquido
- Aceites vegetales
- Biodiesel
- Bioetanol
- Biocombustibles sintéticos

Como resultado de la fotosíntesis, las plantas son capaces de formar biomasa y, por tanto, de almacenar energía. La biomasa se puede emplear en la producción de combustible, de calor y de energía. La biomasa incluye madera, desechos orgánicos, abono y otras sustancias de origen vegetal y animal.

Perspectiva general del mercado

El uso de biomasa sólida es de gran importancia en el suministro de energía en todo el mundo; especialmente los países en desarrollo apuestan en gran medida por la bioenergía para generar calor y cocinar. En 2010 la bioenergía fue la energía renovable más extendida con un porcentaje del 9,5 % en el consumo mundial total de energía primaria.

Clasificación de la bioenergía

La bioenergía se obtiene de distintas fuentes, que se diferencian por su disponibilidad, sus propiedades de combustión y sus posibilidades de uso. A partir de la biomasa se pueden producir combustibles sólidos, líquidos o gaseosos.

Biomasa sólida
- Entre la biomasa sólida se encuentran todos los materiales vegetales secos y deshidratados. Se puede almacenar, por ejemplo, en forma de pellets de madera o virutas. De este modo es posible una producción continua de electricidad y calor conforme a la demanda.
- El porcentaje de biomasa sólida (incluidos los desechos) en el suministro mundial de energía primaria fue aproximadamente de un 9,7 % en 2012.
- El porcentaje de biomasa sólida (incluido el carbón vegetal) en el suministro global de energía a partir de energías renovables fue de un 68,9 % en 2012.

Biogás
- El biogás producido por fermentación de la biomasa se utiliza en todo el mundo de diferentes maneras para el suministro de energía: por medio de la combustión en las centrales de cogeneración para producir electricidad utilizando el calor residual (producción combinada de calor y electricidad, PCCE), como biometano para la alimentación de una red de gas natural tras el tratamiento adecuado del biogás, como combustible en los vehículos de gas natural o directamente para cocinar.
- La mitad de la producción energética europea total proviene de biogás de origen alemán.
- Alrededor del 56,7 % de las plantas europeas produjeron biogás a partir de residuos agrícolas, mientras que de los vert deros y las plantas clarificadoras se produjo el 31,3 y el 12 % del biogás en toda la UE, respectivamente.

Biocombustibles líquidos
- Los biocombustibles se producen a partir de biomasa sólida y tienen una calidad comparable con la de los combustibles clásicos.
- Los dos biocombustibles predominantes son el biodiésel y el bioetanol, que representan el 80 o 20 % del mercado de biocombustibles.

Ventajas de la bioenergía

La bioenergía es casi neutra de CO_2. Solo desprende la cantidad de dióxido de carbono que las plantas han absorbido previamente mientras estaban creciendo. Para el equilibrio del CO_2, no hay ninguna diferencia entre si la madera yace en el bosque o si es utilizada para producir energía. Además, la bioenergía se caracteriza por:
- Su capacidad de almacenaje y disponibilidad flexible,
- Su capacidad de compensación de las fluctuaciones de energía solar y eólica gracias a su flexibilidad y disponibilidad general, y
- Su disponibilidad en prácticamente cualquier país.
- La utilización de biomasa ayuda a reducir problemas relacionados con la eliminación de residuos, mientras que, al mismo tiempo, suministra energía importante.
- Las regiones agrícolas se benefician de la creación y el mantenimiento del empleo en la agricultura y la silvicultura, así como en todo el proceso de creación.
- Los cultivos energéticos ofrecen nuevas oportunidades de negocio a los agricultores.
- El uso de bioenergía descentraliza la producción de energía y crea un ciclo de material y energía.

Biomasa sólida: tecnologías y aplicaciones

Calor **Electricidad**

Producción de calor y electricidad mediante biomasa sólida

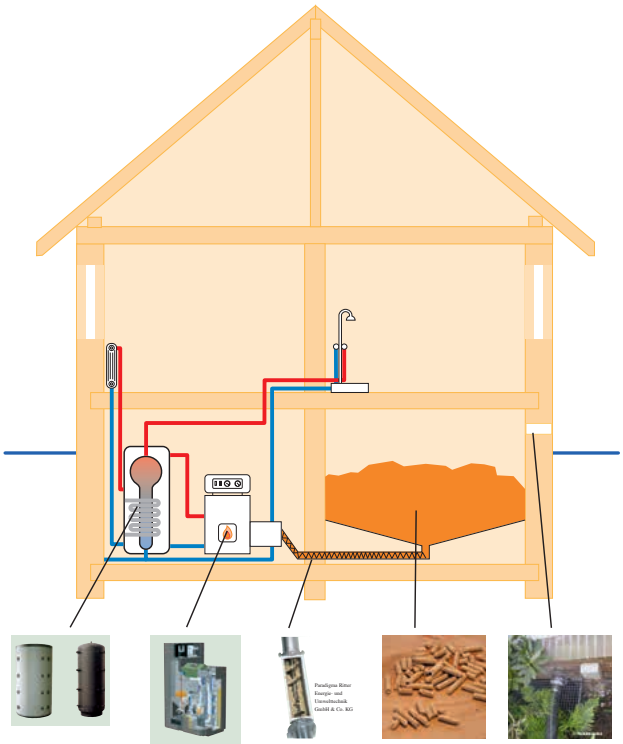
El aprovechamiento energético de la biomasa sólida cuenta con la mayor tradición a nivel mundial y sigue siendo la tecnología de energía renovable más extendida de todas. Gracias a la disponibilidad continua de la biomasa sólida, aparte de la producción de calor, por ejemplo, en la producción de electricidad a partir de biomasa, se puede compensar la fluctuante energía solar y eólica. Entre la biomasa sólida se encuentran todos los materiales vegetales secos y deshidratados.

Tecnologías y aplicaciones

Al **quemar biomasa sólida en las instalaciones de calefacción modernas,** se aprovecha la energía de la biomasa de manera muy eficaz. El combustible predominante es la madera, en forma de leña, virutas y pellets. Para su combustión, se han desarrollado estufas y calderas con sistemas de encendido eléctricos y alimentadas de forma manual, semiautomática o totalmente automática, que contribuyen a un proceso de combustión poco contaminante con un rendimiento especialmente alto, de hasta el 90 % o superior.

La biomasa sólida también se utiliza para producir **electricidad en instalaciones de producción combinada de calor y electricidad (PCCE).** Además, se aprovecha el calor residual producido durante la producción de electricidad y se utiliza, por ejemplo, para alimentar redes de calefacción local o urbana o se pone a disposición de procesos industriales en forma de vapor o calor. De este calor residual también se obtiene, según sea necesario, refrigeración para fines industriales, por ejemplo, para almacenes frigoríficos o para la climatización de edificios.

Además de la combustión, la biomasa sólida también es apta para la **gasificación.** En función de la calidad del material combustible y de la capacidad de la instalación, se utilizan gasificadores de flujo arrastrado, de lecho fluidizado y de lecho fijo. El gas producido por la combustión de madera puede utilizarse luego en motores de combustión o en turbinas de gas con un elevado rendimiento eléctrico para la producción de electricidad. Además, puede aumentarse notablemente el rendimiento total utilizando el calor residual en PCCE.



Tanquesde almacenamiento | Caldera de pellets | Transporte automático de pellets | Pellets | Entrega de los pellets de madera

Perspectivas

El aumento de los precios de la energía conlleva que un número cada vez mayor de particulares, municipios y empresas tomen en consideración el uso de la biomasa como combustible para el suministro de calor y energía. El rápido crecimiento del comercio mundial de biomasa permite que muchas regiones europeas puedan seguir explotando el uso energético de biomasa sólida también en el futuro. Como también los precios de la madera como fuente de energía subieron en el pasado y los requisitos en materia de emisiones se intensificaron en muchas regiones, las tecnologías de combustión eficaces y con un bajo nivel de emisiones ganan importancia en Europa. En Europa, la consolidación de la utilización energética de la biomasa sólida es continuamente impulsada, ya que supone una importante contribución para alcanzar los objetivos de la política energética europea para 2020.

Electricidad y calor producidos a partir de biogás

El biogás producido por fermentación de la biomasa se utiliza en todo el mundo de diferentes maneras para el suministro de energía: por medio de la combustión en las centrales de cogeneración para producir electricidad utilizando el calor residual (producción combinada de calor y electricidad, PCCE), como biometano para la alimentación de una red de gas natural tras el tratamiento adecuado del biogás, como combustible en los vehículos de gas natural o directamente para cocinar.

Producción de biogás

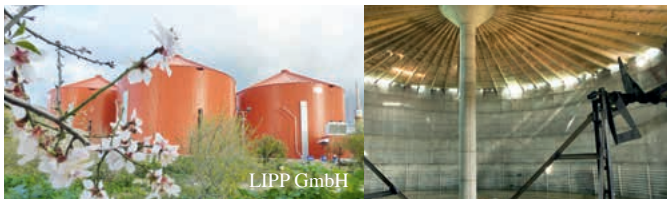
El biogás se obtiene a partir de los siguientes recursos:

- elementos orgánicos de vertederos de basura (gas de vertedero),
- aguas residuales (gas de clarificación),
- residuos orgánicos industriales, domésticos y comerciales,
- desechos y cultivos energéticos agrícolas.

En el proceso de fermentación de las sustancias orgánicas en ausencia de aire intervienen diferentes bacterias anaeróbicas, cuya composición depende de las materias primas orgánicas y de los requisitos específicos del proceso, como temperatura y el valor del pH. Los procesos microbiológicos en la fermentación representan un factor decisivo para la productividad de la planta de biogás.

Por regla general, las plantas de biogás agrícolas utilizan estiércol líquido y cultivos energéticos como sustrato de fermentación. Mediante el uso de la energía del estiércol líquido en plantas de biogás se evitan, en gran parte, las emisiones de metano perjudiciales para el clima procedentes de los fosos de estiércol líquido. Para aumentar el rendimiento del gas, se usan materias primas renovables (por ejemplo, maíz, plantas enteras de cereales y muchos otros cultivos energéticos como girasoles, hierba del Sudán, remolacha azucarera, rábano oleaginoso, sorgo dulce, etc.).

Además, las plantas comerciales también procesan aguas residuales y residuos procedentes de la producción alimentaria, como restos de alimentos y el separador de grasas. Además del



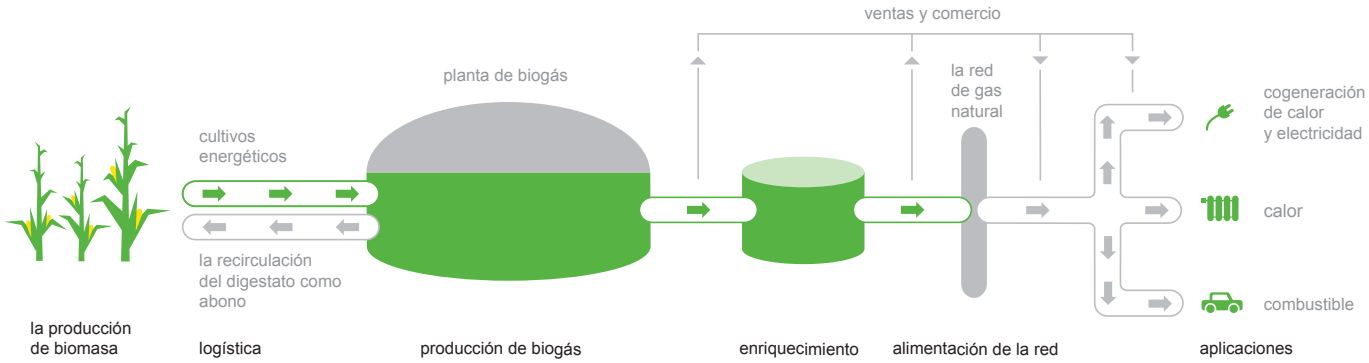
biogás, se produce un residuo de fermentación que consta de una mezcla de agua, componentes minerales y sustancias orgánicas sin descomponer. Este residuo de fermentación se puede utilizar como estiércol agrícola de alta calidad para poder finalizar el ciclo nutriente durante el cultivo de plantas energéticas.

Producción de calor y electricidad (PCCE)

El biogás se utiliza de modo estacionario en centrales de cogeneración para la producción de electricidad y calor (PCCE) y se alcanzan altos grados de rendimiento. La electricidad producida puede alimentar la red pública o utilizarse para la producción autosuficiente de energía en parques industriales y empresariales o para poblaciones rurales no conectadas a la red. Para utilizar también el calor residual se conectan posteriormente unidades para la producción de electricidad adicional, pero también para la calefacción, el secado o para el funcionamiento de equipos de refrigeración.

Alimentación de la red de gas natural

Una opción atractiva es la alimentación de la red de gas natural con biogás. Después de un tratamiento previo con calidad de gas natural (biometano, metano hasta un 98 %), el biogás se puede utilizar en lugares donde haya una alta demanda de calor y, produciendo simultáneamente electricidad (PCCE), se consigue una gran eficacia. La red de gas natural, como acumulador a largo plazo de energías renovables, puede desempeñar también un papel central en la alimentación de la red eléctrica adaptada a las necesidades, y así ayuda a superar las fluctuaciones estacionales de la alimentación de la red eléctrica de las plantas eólicas y solares.



Aprovechamiento de la energía hidroeléctrica

Energía hidroeléctrica: hechos actuales

Actualmente es la fuente de energía renovable más extendida para la producción de electricidad en todo el mundo. En 2014, la energía hidroeléctrica contribuyó aproximadamente en un 16 % a la producción eléctrica mundial con aproximadamente 3.490 TWh. En 2020, debido al incremento de la demanda, probablemente no se podrá aumentar considerablemente el porcentaje de energía hidroeléctrica en la producción mundial de electricidad, pero alcanzará el valor absoluto de aproximadamente 4.500 TWh.

Ventajas de la energía hidroeléctrica

- capacidad de almacenaje y disponibilidad flexible,
- capacidad de carga y estabilización de red: gracias a su flexibilidad y disponibilidad general, la energía hidroeléctrica es capaz de compensar fluctuaciones de energía solar y eólica,
- reducción de las importaciones de energía,
- posibilidad de fomento en regiones aún no desarrolladas y conectadas a la red eléctrica,
- posibilidad de producir energía de forma descentralizada.

Tecnologías y aplicaciones

Actualmente existen tres tipos básicos de tecnologías para la producción de electricidad a partir de energía hidroeléctrica:

Centrales hidroeléctricas de agua fluyente

- son las más extendidas por todo el mundo;
- aprovechan la energía de la corriente del río y normalmente sirven para cubrir la carga de base;
- la potencia viene determinada principalmente por saltos de agua y el caudal de agua;
- también pueden embalsar agua en caso de una demanda baja de energía para poder utilizarla como reserva cuando haya una demanda superior de electricidad.

Centrales de embalse

- embalsan el agua en un lago natural o artificial y la conducen a la central situada en una zona más baja por medio de tuberías;
- funcionan independientemente del flujo natural de agua;
- son adecuadas principalmente para compensar fluctuaciones en la producción y el consumo de electricidad a nivel regional o suprarregional.

Centrales de acumulación por bombeo

- Las centrales de embalse por bombeo funcionan con dos embalses de agua situados en una diferencia de nivel lo mayor posible (un embalse superior y otro inferior). En el embalse superior está disponible el agua para la producción de electricidad en tiempos de carga máxima.

- En los momentos de baja demanda (por ejemplo, por la noche o en momentos de alta entrada de energía solar y eólica), en la red, se bombea el agua del embalse inferior al embalse superior.
- El accionamiento del generador se realiza con turbinas de impulso.

Turbinas para la energía hidroeléctrica

El tipo de turbina utilizada depende del flujo y la altura (presión) del agua.

Turbina Francis – Es una de las turbinas más antiguas convencionales, que se utiliza principalmente en el ámbito de las centrales hidroeléctricas pequeñas. Es idónea para alturas de salto bajas y caudal medio.

Turbinas de tornillo – Las turbinas de tornillo funcionan según el principio del tornillo de Arquímedes. Se utilizan especialmente para alturas de salto y rendimientos bajos.

Turbinas Kaplan y tubulares – Las turbinas Kaplan y tubulares son las turbinas comunes para grandes centrales de agua fluyente con una altura de salto pequeña, de seis a quince metros, y grandes caudales. Son idóneas para caudales fluctuantes.

Turbina Pelton – La denominada turbina Pelton, una turbina de chorro libre, se utiliza para grandes alturas de 100 a 1000 m y/o para pequeños caudales.

Turbinas de flujo transversal – Las turbinas de flujo transversal se utilizan para alturas de salto y caudales de agua bajos. Generalmente, tienen un bajo rendimiento.

Requisitos medioambientales

La construcción de centrales hidroeléctricas está ligada a intervenciones en el paisaje. Por eso, durante la planificación de una central hidroeléctrica se deben tener en cuenta las disposiciones legales de protección del paisaje, de la naturaleza y del agua. La continuidad ecológica para los peces y otros organismos acuáticos se garantiza mediante costosas rampas de subida y bajada. Se considera que las centrales hidroeléctricas pequeñas provocan un menor impacto medioambiental que las grandes. Además de la construcción de nuevas instalaciones, se trabaja sobre todo en la sustitución, modernización y reactivación de instalaciones ya existentes

Energía procedente de centrales hidroeléctricas pequeñas y energía del mar

Central hidroeléctrica pequeña

Las centrales hidroeléctricas pequeñas son centrales hidráulicas pequeñas descentralizadas que utilizan la energía hidráulica y que, por lo general, están ligadas a intervenciones relativamente pequeñas en la naturaleza. La mayoría de centrales se ubican al lado de pequeños ríos y no disponen de ningún lago de acumulación de agua, sino de embalses de agua de distinto tamaño y tipo de construcción.
No obstante, no existe un consenso internacional sobre la definición de centrales hidroeléctricas pequeñas. La clasificación más extendida actualmente de centrales hidroeléctricas pequeñas es:

- Microcentral: 1–100 kW.
- Minicentral: 100–1.000 kW.
- Central pequeña: 1.000–10.000 kW.

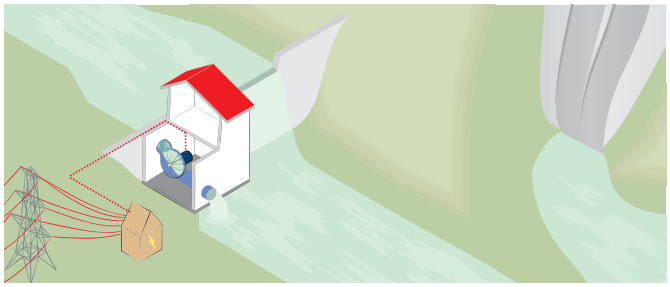
Turbinas para centrales hidroeléctricas pequeñas

La turbina Francis se utiliza principalmente en este tipo de central y dispone de una carcasa en forma helicoidal. Se utiliza para alturas de salto bajas y velocidades medias del caudal. Solo el distribuidor es ajustable. El agua fluye en dirección radial hacia el rotor y lo abandona a lo largo del eje de rotación.

Otras turbinas para centrales hidroeléctricas pequeñas:

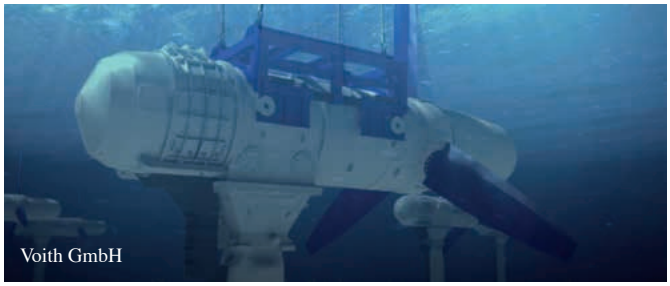
- Las turbinas de flujo transversal se utilizan para alturas de salto y velocidades de flujo bajas.
- Las turbinas Pelton son idóneas para alturas de salto elevadas y velocidades de flujo bajas.
- Las turbinas tipo tornillo son idóneas para alturas de salto y rendimientos bajos.

Microcentrales hidroeléctricas de agua fluyente



Tipos de central para el aprovechamiento de la energía del mar

La energía cinética de las olas, las mareas y las corrientes también puede aprovecharse para generar corriente eléctrica. Una ventaja de la utilización de la energía del mar es su disponibilidad constante y el consiguiente efecto compensador en el mix energético de renovables. Mientras que las centrales de mareas ya están técnicamente perfeccionadas, otras tecnologías están aún en fase de desarrollo, como, por ejemplo, las plantas undimotrices, que aprovechan la energía de las olas.


Voith GmbH

Aprovechamiento de la energía de mareas y del mar

La producción de electricidad a partir de la corriente natural de los océanos está aún en sus inicios, pero en el futuro podría contribuir significativamente al abastecimiento energético en todo el mundo. La ventaja es la capacidad de carga base de la electricidad generada, porque las mareas de los mares se pueden pronosticar fácilmente. En países como Canadá, Estados Unidos, Rusia, Australia o Gran Bretaña, que colindan con océanos con grandes corrientes y mareas, existe un potencial considerable en materia de utilización de la energía de mareas y del mar para la producción de electricidad con energías renovables. La reserva de proyectos en todo el mundo que hoy ya abarca 3 GW es el punto de inicio de la comercialización esperada. Entre sus retos pendientes está, además de la continua reducción de costes, la conexión de las instalaciones a la red eléctrica, la gran solicitación mecánica, la corrosión y el mantenimiento de las instalaciones.

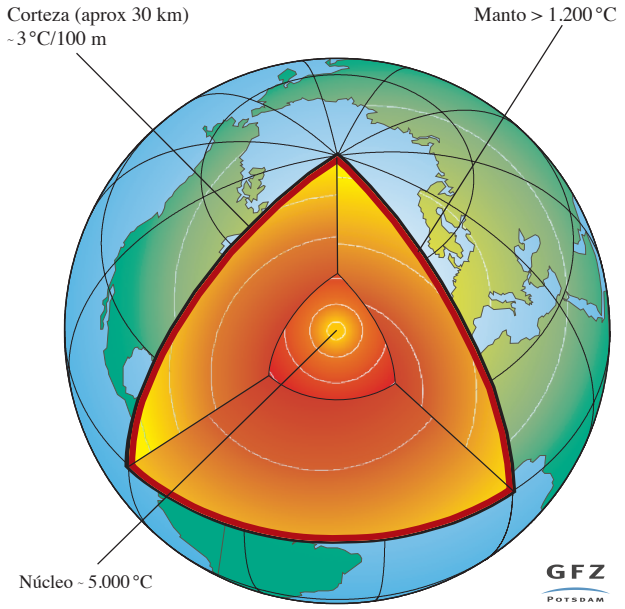
Perspectivas

La energía hidroeléctrica también jugará un papel importante en el futuro en el suministro eléctrico a nivel mundial. En muchos países de la Tierra aún existen potenciales significativos para ampliar capacidades de centrales eléctricas. En las regiones saturadas, como Europa y América del Norte, la atención se centra en la modernización, reactivación o ampliación de las instalaciones ya existentes. La optimización y modernización de las instalaciones existentes observando criterios ecológicos hace posible armonizar con el medio ambiente incluso proyectos mayores. La tendencia actual en el mundo va hacia proyectos transfronterizos para la producción hidroeléctrica. Los países aúnan sus recursos energéticos, como, por ejemplo, el Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC) o en los Power Pools de África. Mediante nuevas líneas de transmisión muy largas, ahora incluso las áreas alejadas pueden utilizar la energía hidroeléctrica. En el río Madeira de Brasil, por ejemplo, se tiende en estos momentos la línea de transmisión más larga de la Tierra.

Geotermia profunda

La geotermia está disponible en cualquier momento e independientemente de las estaciones, el clima y las condiciones climatológicas. En todo el mundo, muchos países ya emplean la geotermia para producir electricidad, o se utiliza directamente en las redes de distribución. Especialmente en regiones con condiciones geológicas favorables (por ejemplo, regiones con actividad volcánica, temperatura > 200 °C), la geotermia constituye una base sólida para la obtención de una energía económica y respetuosa con el medio ambiente.

La geotermia disponible en la corteza terrestre proviene principalmente del calor residual que se originó en la creación del planeta y de los procesos radioactivos de desintegración. Además, las capas superiores (hasta 2 m de profundidad) acumulan el calor también de la radiación solar.



GFZ (Deutsches GeoForschungsZentrum)

Geotermia profunda

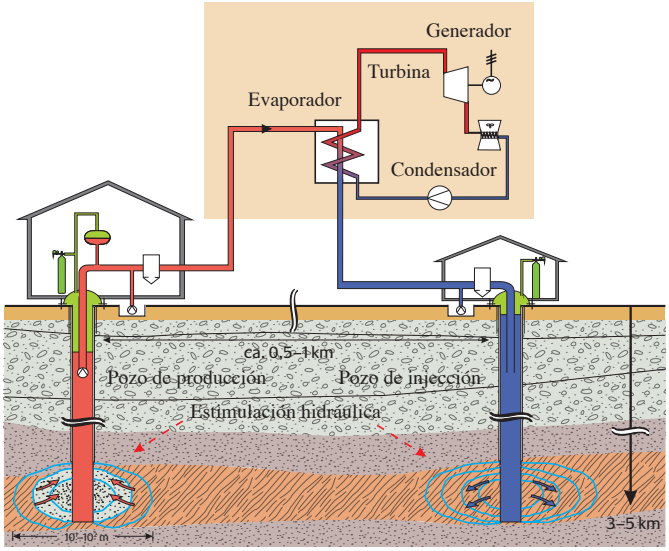
La geotermia profunda permite que se pueda generar electricidad en las centrales así como calor en las grandes redes de distribución para la producción industrial o para la calefacción de edificios. En la geotermia profunda se distingue entre geotermia hidrotermal, geotermia petrotermal (Hot Dry Rock systems) y sondas geotérmicas profundas. Para la geotermia hidrotermal se utilizan directamente capas conductoras de agua caliente a grandes profundidades.

La geotermia hidroter mal puede emplearse, según temperatura, en la producción de calor o de electricidad.

El uso de la geotermia forma parte del concepto energético desde hace ya muchos años en países como Alemania, Italia, Indonesia, México y Estados Unidos. En Alemania, aparte del uso eficaz de yacimientos de altas temperaturas, también se da mucha importancia al desarrollo de tecnologías para el uso de yacimientos de bajas temperaturas de aproximadamente 120–200 °C.

En la denominada geotermia petrotermal (Hot-Dry-Rock) se utiliza el calor de los estratos profundos (entre 3.000 y 7.000 m), en los que se encuentran pocos o casi ningún recurso acuífero natural. Para ello, gracias a perforaciones profundas, el agua circula por un sistema de grietas y fisuras creado de forma controlada. El agua caliente se transporta a la superficie a través de una perforación de toma y, como vapor, acciona una turbina para la producción de electricidad o alimenta la red eléctrica. Para poder utilizar también los niveles de temperatura bajos, las empresas alemanas ofrecen distintas soluciones. Los procesos “Kalina Cycle” y “Organic Rankine Cycle” (ORC) son idóneos para el uso de niveles de temperatura bajos de 120–200 °C en la producción de electricidad. El uso secundario de este tipo de instalaciones puede aumentar significativamente el rendimiento de lugares de almacenamiento con alta entalpía.

Principio de producción geotérmica de electricidad (ORC)



GFZ (Deutsches GeoForschungsZentrum)

Geotermia cercana a la superficie para la calefacción y refrigeración de edificios

La geotermia cercana a la superficie resulta ideal tanto para la refrigeración como también para la calefacción de edificios. Aquí se utiliza energía que se obtiene de las capas superiores de la tierra con una profundidad máxima de hasta 400 m. Distintos sistemas, como colectores geotérmicos, sondas geotérmicas, pilares de energía u otras piezas de hormigón que están en contacto con el suelo, permiten el uso de las temperaturas medias de 7–12 °C que hay en los primeros 100–150 m de la superficie terrestre. En el modo de calefacción, las bombas térmicas elevan este nivel bajo de temperatura hasta conseguir las temperaturas que sean necesarias en el edificio. De esta forma, el calor se extrae del suelo a través de un proceso de circulación. Pero las temperaturas constantes disponibles en el subsuelo también se pueden utilizar sin pasar por la bomba térmica para refrigerar directamente el edificio. Si la potencia de refrigeración del subsuelo no es suficiente, el accionamiento de la bomba térmica en sentido contrario puede aportar la potencia de refrigeración faltante.

Los **colectores geotérmicos** se disponen en horizontal a una profundidad entre 80 y 160 cm y están sujetos a las condiciones atmosféricas que imperan en la superficie. Para poder absorber el calor almacenado en el suelo, a través de los colectores fluye un medio de transferencia de calor. Las bombas térmicas también funcionan con aire ambiente. La ventaja del aire reside en que siempre está disponible en todos los sitios y resulta económico. Sin embargo, la desventaja es que el aire ambiente.

Bomba térmica con colectores geotérmicos es más frío cuando la necesidad de calor aumenta, es decir, en invierno, lo cual reduce las reservas de la bomba térmica. El denominado elevador de temperatura de las bombas térmicas para sondas terrestres se puede mantener relativamente constante a lo largo del año con, a la vez, un bajo abastecimiento de energía. La energía absorbida proviene en primer lugar del entorno, cuya temperatura media viene determinada por la radiación solar anual.

Bosch Thermotechnik GmbH

Las **sondas geotérmicas** son un tipo de instalación muy extendido en el centro y norte de Europa. Se instalan a una profundidad de 50 a 400 m para utilizar la geotermia cercana a la superficie. Requieren poco espacio y se aprovechan de un nivel de temperatura constante. Se trata de tubos de plástico que se unen en circuitos y que están conectados con el sistema de refrigeración y calefacción del edificio. Dentro de estos tubos circula un líquido portador de calor que absorbe el calor de la tierra circundante y lo conduce hacia la bomba térmica.

En el caso de los **pilares de energía,** se cubren, con tubos de plástico, pilares profundos de hormigón, pantallas subterráneas u otras piezas de hormigón estáticas construidas en el subsuelo que aprovechan el calor o el frío del suelo utilizando el agua como medio conductor. El agua fría se caldea en los pilares de hormigón por medio del calor geotérmico. El agua caliente caldea el edificio al intercalar una bomba térmica. Este sistema puede emplearse a lo largo del verano para conseguir una suave disminución de la temperatura, tal como se ha descrito anteriormente.

Perspectivas

La inclusión de la geotermia en los debates políticos sobre el abastecimiento energético en el futuro es cada vez más frecuente en la actualidad. Ante el aumento de los costes de los combustibles fósiles y la disponibilidad segura y a largo plazo de la energía geotérmica y sus posibilidades flexibles de utilización para la calefacción, refrigeración y producción de electricidad, cada vez se construyen más instalaciones en todo el mundo. En el ámbito de la generación de calor, se espera un crecimiento anual de la capacidad instalada de un 20 a un 30 %.

Bosch Thermotechnik GmbH

Uso autónomo de las energías renovables

El acceso a la energía es la base para el desarrollo socioeconómico. La energía es el requisito para que las empresas produzcan y se creen nuevos puestos de trabajo. Es necesaria para cultivar y elaborar alimentos, caldear viviendas y escuelas, gestionar hospitales y proporcionar agua potable. Asimismo, la energía permite una comunicación y movilidad a escala mundial.

Regiones afectadas por la pobreza energética
En 2013, casi una quinta parte de la población mundial (más de 1.300 millones de personas) no tenía acceso a la electricidad. Incluso dos quintas partes de las personas en la Tierra (aproximadamente 2.700 millones de personas) ni siquiera disponen de condiciones higiénicas para cocinar. La pobreza energética afecta sobre todo a la población en el África subsahariano y los países en vías de desarrollo de Asia. El 84 % de los afectados viven en regiones rurales sin conexión a la red eléctrica pública. Esto repercute directamente en la vida cotidiana de los hogares afectados. Por ejemplo, en estos hogares, el alumbrado eléctrico y la televisión no funcionan, o solo funcionan de forma irregular, no pueden cargarse los teléfonos móviles ni conservarse los medicamentos de forma fiable en frío.

Campos de aplicación

La electricidad procedente de energías renovables puede permitir un suministro de energía independiente de la red eléctrica y de la importación de combustibles fósiles. La energía solar, la energía eólica, la hidroeléctrica y la bioenergía, solas o combinadas (sistemas híbridos), pueden proporcionar electricidad independiente de la red para, por ejemplo: iluminación, radio, televisión, frigoríficos, teléfonos, transmisión de datos, escuelas, hospitales, bombas de agua y sistemas aislados de pueblos y regiones rurales.

Selección de la tecnología

En regiones alejadas de la red, el uso de las energías renovables es económicamente rentable en muchas situaciones, pudiéndose integrar los sistemas también en una red eléctrica existente o nueva. Las elección de la tecnología se basa en la necesidad actual y futura de energía, los recursos disponibles y, por supuesto, los costes de instalación y funcionamiento.

Ámbitos de aplicación	Suministro de electricidad	Suministro de calor y refrigeración
Casas particulares	Teléfonos móviles, ordenadores, máquinas de coser, radios, televisores e iluminación	Preparación de agua caliente, calefacción de locales, cocción y climatización de edificios
Agricultura	Bombas de agua, molinos de harina, desalinización	Secado de productos agrícolas
Comercios y servicios	Máquinas, ordenadores y estaciones científicas de medición	Calor de proceso, climatización de edificios
Instalaciones sociales y públicas	Iluminación, frigoríficos, aparatos médicos	Climatización de edificios
Infraestructura	Redes de telefonía fija y móvil, minirredes, iluminación de calles y señalizaciones y redes de a bordo	Combustibles vegetales
Industria	Electrificación y sistemas de seguridad en zonas urbanas y rurales, para redes eléctricas inestables	Calor de proceso industrial

Tecnologías para el suministro de energía y agua

Energía fotovoltaica

Las instalaciones fotovoltaicas producen electricidad directamente de la luz solar y se pueden utilizar en casi todas las partes del mundo. Las instalaciones están disponibles en distintos tamaños, desde pequeñas lámparas FV portátiles y bombas de agua hasta grandes instalaciones para empresas, hospitales y la industria, pasando por sistemas aislados para pequeñas casas. Los sistemas aislados más grandes hacen posible el suministro eléctrico en edificios, poblaciones rurales o pueblos. En la mayoría de sistemas aislados de la red, la electricidad se almacena en baterías y se puede retirar según demanda. En el caso de los sistemas más grandes, los generadores proporcionan la carga básica y las baterías pueden descargar, por ejemplo, los generadores diésel y reducir su consumo.

Phocos AG

Energía eólica

Las instalaciones eólicas pequeñas y medianas (con un diámetro de rotor de hasta 20 m y una potencia de aproximadamente 100 kW) ofrecen una gran variedad de posibilidades de uso en regiones alejadas de la red eléctrica. La producción de electricidad depende directamente de las condiciones de viento. Preferiblemente, las velocidades del viento se miden en el transcurso de un año para poder realizar pronósticos fiables del rendimiento futuro y la elección de la configuración óptima de la instalación.

Energía hidroeléctrica

Las nuevas centrales hidroeléctricas Pico y Micro, dimensionadas en tamaño pequeño, generan electricidad a partir de agua corriente. En función de la tecnología utilizada, serán necesarias alturas de salto y velocidades de caudal altas o más bajas. Por regla general, los sistemas Pico tienen una potencia de 5 kW y, a menudo, se utilizan para cargar baterías. En general, la electricidad producida a partir de sistemas Pico y Micro se utiliza directamente y, en muchos casos, puede generar electricidad de forma más económica que la energía eólica y fotovoltaica.

GIZ/Michael Netzhammer

Los hornos solares Scheffler produciendo vapor para una cocina solar en India

Energía termosolar

Las instalaciones termosolares aprovechan el calor del sol para producir calor y proporcionan el agua caliente a hoteles, hospitales o procesos industriales. Los colectores solares recogen y almacenan el calor en depósitos aislados para que el agua caliente también esté disponible posteriormente. Para las instalaciones termosolares están disponibles distintas tecnologías con absorbedores de plástico sin acristalar, colectores planos y colectores de tubo de vacío. Los espejos parabólicos también se utilizan, en parte, como cocinas solares. La energía termosolar puede cubrir de un 60 a un 80 % la necesidad de calor de los hogares. Las centrales solares también pueden suministrar electricidad a los sistemas aislados existentes.

Bioenergía

La bioenergía se obtiene de distintas fuentes, que se diferencian por su disponibilidad, sus propiedades de combustión y sus posibilidades de uso. A partir de la bioenergía se pueden producir combustibles sólidos, líquidos o gaseosos. El biogás producido por fermentación se obtiene a partir de distintos recursos: elementos orgánicos de vertederos de basura (gas de vertedero), aguas residuales (gas de clarificación), residuos orgánicos de la industria, hogares y comercios, así como residuos y cultivos energéticos de la agricultura. El biogás se utiliza, por ejemplo, en centrales de cogeneración para la producción de electricidad y calor con altos grados de rendimiento. La electricidad producida puede alimentar la red pública o utilizarse en aplicaciones independientes de la red.

Ventajas de las energías renovables para soluciones aisladas de la red:

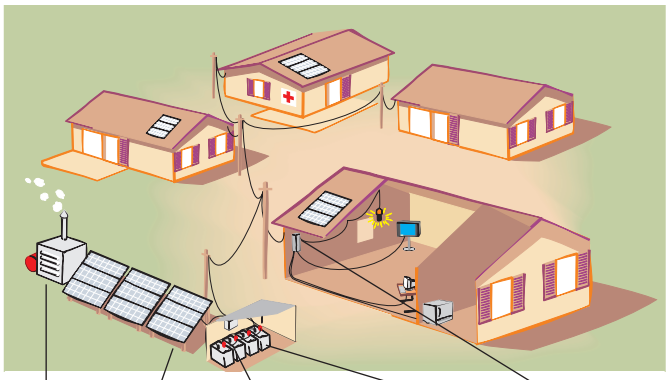
- Tecnología perfeccionada
- Instalación sencilla
- Manejo fácil
- Mantenimiento mínimo
- Posibilidad de fácil integración con sistemas de pago móviles
- Escalabilidad ilimitada
- Ampliación de sistemas existentes
- Ahorro de recursos

Campos de aplicación

Los sistemas híbridos para el suministro industrial de electricidad se han concebido de forma similar a los sistemas para el entorno rural y representan sistemas autónomos alejados de la red. Se trata de sistemas eléctricos independientes que se componen de más de una fuente de energía. Se utilizan para suministrar corriente a consumidores apartados, abastecen mayores demandas de energía y facilitan electricidad de forma fiable. La conexión entre el generador de electricidad y el consumidor por corriente continua permite una construcción modular flexible o la ampliación de un sistema con componentes de serie. Las configuraciones corrientes se componen de energía fotovoltaica y un generador diésel (FV / diésel) o energía eólica y un generador diésel (eólico / diésel). En estos casos, se sustituye de forma opcional el diésel por el biodiésel. Asimismo, puede integrarse una central hidroeléctrica al sistema. Con la correspondiente elevada demanda de energía, los sistemas híbridos de mayor envergadura con generadores diésel resultan económicamente interesantes: funcionan con un coste menor que las plantas que utilizan únicamente diésel. Como variante móvil de los sistemas híbridos existen los denominados «contenedores de energía» o «contenedores de potencia». En estos casos, se albergan la instalación eólica, los paneles solares, la batería y el generador diésel en un contenedor de mercancías corriente. De este modo, el sistema híbrido está listo para funcionar rápidamente en diferentes lugares de empleo.

Suministro de agua en zonas rurales. Las instalaciones asistidas por energía fotovoltaica pueden suministrar agua potable para las personas, agua para el riego y agua para la ganadería. Los sistemas solares también son apropiados para desinfectar y desalinizar el agua. Las bombas de agua solares accionan directamente las bombas centrífugas y de membrana. Los sistemas híbridos pueden producir electricidad de forma continua para transportar el agua subterránea a la superficie o, si es necesario, bombearla a un acumulador.

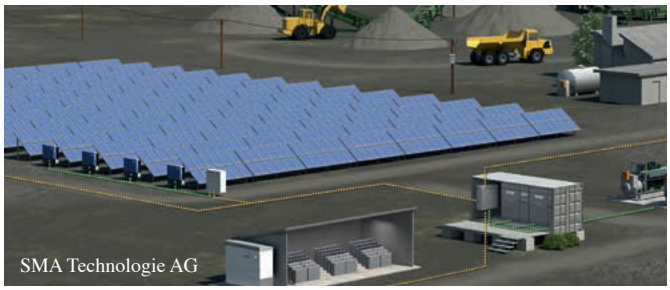
Los sistemas híbridos para el suministro de electricidad en zonas rurales pueden proporcionar electricidad de forma sostenible. En este caso, se combinan tecnologías de energía renovable que se complementan entre sí como, por ejemplo, la energía eólica, la energía hidroeléctrica y los motores de combustión con fotovoltaica. También están disponibles combinaciones con sistemas de baterías para que se pueda utilizar por la noche la energía generada durante el día.



En el marco de la **producción de calor,** las energías renovables pueden ofrecer soluciones, por ejemplo, mediante instalaciones termosolares que proporcionan agua caliente a hogares, hoteles y hospitales. La energía termosolar también se aplica en la calefacción de viviendas y en la producción de calor para procesos industriales. En el ámbito de la preparación de alimentos, se puede emplear el biogás para cocinar.

Los sistemas aislados para hogares proporcionan electricidad para luz, radio, televisión, frigoríficos, teléfonos móviles, ventiladores, ordenadores y otros electrodomésticos. Los sistemas aislados se han desarrollado con el objetivo de suministrar electricidad a los hogares ubicados en regiones rurales que no disponen de conexión a la red eléctrica. Un sistema está compuesto por un módulo solar o, por ejemplo, un aerogenerador pequeño, un acumulador y un regulador de carga para suministrar electricidad a los aparatos que funcionan con corriente continua. La potencia y la capacidad de almacenamiento de los sistemas aislados se ajustan a los requisitos individuales. Los ventajas son: fácil instalación, tecnología perfeccionada, funcionamiento sencillo, poco mantenimiento, sistemas del tipo «enchufar y usar» para una instalación segura y la posibilidad de utilizar sistemas de prepago integrados.

Phocos AG


SMA Technologie AG

Suministro de electricidad a los hogares con ayuda de las energías renovables

El mayor uso de energías renovables y conceptos alternativos de producción de energía es importante principalmente en los hogares, ya que es aquí donde se consume una gran parte de la energía final de un país para la producción de electricidad y calor. Los productos y servicios alemanes en el campo de las energías renovables y de la tecnología doméstica eficaz son líderes en todo el mundo. Los sistemas de calefacción con pellets totalmente automatizados, las instalaciones termosolares para la producción de calor o climatización, las bombas de calor, los sistemas de calefacción geotérmica cerca de la superficie terrestre y los módulos fotovoltaicos para la producción de electricidad mediante la luz solar se pueden integrar de manera muy útil en los hogares para reducir drásticamente el consumo anual de energía para calefacción, ventilación y climatización.

Ventajas:

- huella ecológica más razonable mediante el uso de combustibles eficaz y respetuoso con el clima en el hogar,
- reducción de las emisiones de CO_2,
- posibilidad de reducir los costes de explotación para electricidad y calor,
- reducción de la dependencia de la red eléctrica y de los costes energéticos.

Producción de electricidad con sistemas fotovoltaicos

Actualmente, la energía fotovoltaica (FV) es ya una fuente de energía eficaz y respetuosa con el medio ambiente en muchos edificios. Los institutos alemanes de investigación en energía FV y la industria trabajan en el desarrollo de estructuras celulares y procesos de producción para optimizar la aplicación y seguir reduciendo los costes. En muchos países, los costes de producción de energía solar se igualan con el precio de consumo de electricidad convencional para particulares («paridad de red»).

Campos de aplicación y otros beneficios

- Gracias al progresivo desarrollo, los módulos FV flexibles y finísimos se pueden aplicar en ventanas, grandes fachadas de edificios, tejados o cargadores de teléfonos móviles. Estos módulos son conocidos como células solares orgánicas, que se basan en la tecnología LED orgánica (OLED).
- Los sistemas FV integrados en los edificios ofrecen la posibilidad de una incorporación visualmente más discreta y mejorada en el edificio y pueden tener funciones adicionales como la protección solar o también la protección aislante.

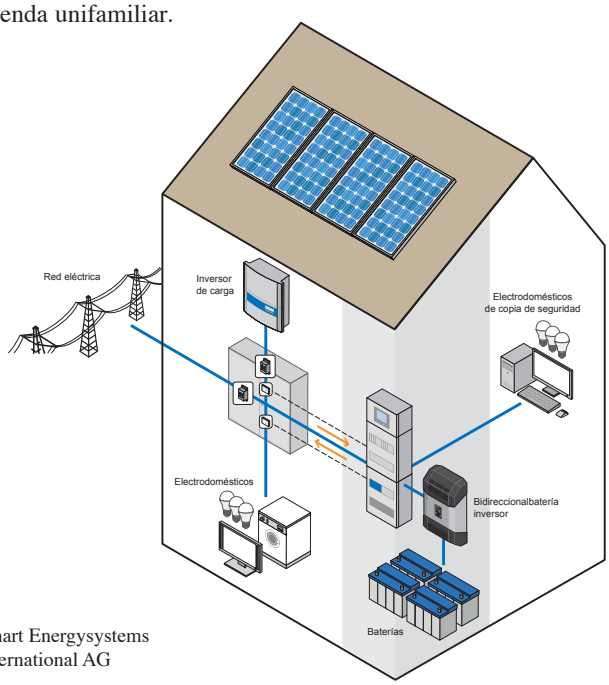
Producción de electricidad con instalaciones eólicas pequeñas

Las instalaciones eólicas pequeñas también ofrecen la posibilidad de producir electricidad, por ejemplo, en edificios comerciales o agrícolas y también en o cerca de viviendas plurifamiliares y unifamiliares.

Producción de electricidad y calor con instalaciones de producción combinada de calor y electricidad (PCCE)

La producción simultánea de electricidad y calor es posible gracias a las instalaciones PCCE. En las instalaciones, un motor acciona un generador para la producción de electricidad y el calor resultante se utiliza para el sistema de calefacción y la preparación de agua caliente. Si la producción combinada de electricidad y calor se realiza en una instalación compacta y descentralizada y no en una gran central eléctrica, entonces se habla de plantas de cogeneración (PC).

Las microplantas PC son idóneas para su uso en el hogar. Cubren el segmento inferior de potencia de instalaciones de producción combinada de calor y electricidad (0,8–10 kW_{el}). En parte, estas plantas también son conocidas como «calefacción productora de electricidad». Sirven para suministrar electricidad a objetos más pequeños, es decir, son ideales para su uso en viviendas unifamiliares y plurifamiliares, así como en el pequeño comercio. Desde el punto de vista de su potencia, las instalaciones se construyen de tal modo que puedan cubrir la necesidad media de carga básica de electricidad y calor de una vivienda unifamiliar.



Smart Energysystems International AG

Producción de calor y refrigeración en la vivienda de energías renovables

Independientemente de si usted es propietario o arrendatario de una casa o un piso, tiene costes y cargas financieras en lo referente al sistema de calefacción y refrigeración. De 1995 a 2012, los precios de generación de calor en Alemania han subido un 161 % de media. El aprovechamiento de calor y frío a partir de energías renovables:

- reduce la carga financiera y es respetuoso con el clima;
- evita la combustión de combustibles fósiles y reduce así las emisiones de gases con efecto invernadero, especialmente el dióxido de carbono (CO_2);
- ofrece una mayor independencia de los precios en aumento del calor.

Energía termosolar para sistemas de calefacción y refrigeración

Los colectores solares de una instalación termosolar absorben la radiación solar y la transforman en calor. Por regla general, el calor solar se emplea para calentar agua para ducharse y lavar o para contribuir en el sistema de calefacción. Entre las innovaciones en el sector de energía solar, cabe destacar las instalaciones solares que producen tanto calor como frío a partir de la luz solar. Los sistemas de enfriamiento modernos transforman el calor de la luz solar directamente en frío. La ventaja de la refrigeración solar es que se consume mucha menos energía que con los acondicionadores de aire convencionales. Esto es especialmente interesante en países del sur, donde en los cálidos meses de verano se consume hasta el 80 % de la electricidad necesaria en la refrigeración de edificios. La base de esta tecnología son los colectores parabólicos, que concentran la luz. El sistema funciona según el mismo principio que un frigorífico. El calor ganado en un colector se utiliza como energía para la producción de aire frío. Una ventaja de esta tecnología es que la demanda de refrigeración aumenta al mismo tiempo que brilla el sol y las temperaturas son altas.

Geotermia para sistemas de calefacción y refrigeración

Las bombas de calor bajo el suelo o en el exterior pueden utilizarse como fuentes de calor para la calefacción. Una bomba de calor toma el calor a bajas temperaturas de una fuente de calor externa, por ejemplo, el suelo, las aguas subterráneas o el aire, y lo transfiere al sistema de calefacción. En verano, también se pueden utilizar las bombas de calor para la refrigeración según el principio inverso.

Combinación de la energía termosolar y las bombas de calor

A este respecto, con un sistema de gestión de la energía inteligente podrían crearse efectos sinérgicos que permitieran calentar

o refrigerar edificios durante todo el año, contribuyendo así en el futuro de forma determinante a incrementar la cuota de las energías renovables en la producción de calor. Existen ejemplos de combinación de tecnologías, entre otros, en el ámbito de la energía geotérmica cercana a la superficie terrestre o en la utilización del suelo como acumulador de calor o de frío.

Biomasa para calentar

El calor puede obtenerse también de pellets de madera, virutas, leña o biogás. El uso de pellets de madera ha adquirido importancia en los últimos años. Los pellets de madera (conglomerado de restos de madera) son ideales para la calefacción y, por lo tanto, una alternativa a los combustibles fósiles. En función del combustible y el uso previsto, existen diferentes hornos que utilizan madera para el suministro de calor. Sobre todo, se usan tres sistemas diferentes de calefacción con pellets de madera que se diferencian principalmente por su capacidad de rendimiento:

- pequeños hornos de pellets (de 2 a 10 kW),
- sistemas de calefacción de pellets de gran tamaño (potencia de calefacción de hasta 70 kW),
- calderas combinadas que se pueden alimentar tanto con pellets de madera como con leña.

La biomasa sólida también se utiliza para producir electricidad en instalaciones de producción combinada de calor y electricidad (PCCE). Al mismo tiempo, el calor residual originado por la producción de electricidad se utiliza, por ejemplo, como calor para calefacción.

Perspectivas

En vista de la demanda creciente de suministro eléctrico y térmico de las casas, aumenta el grado de automatización y control. La tecnología de medición, de control y de regulación, y la tecnología informática del edifico se integran en complejos sistemas de información y comunicación. El uso de las capacidades de almacenamiento (calor y frío) de los edificios, la optimización de la estructura del edificio (aislamiento, protección de calor/frío), la integración de almacenamiento adicional (calor, frío, electricidad incl. movilidad eléctrica) y el uso de procesos combinados (producción combinada de calor y electricidad) ganarán importancia.