



En España existe ya un proyecto
en Guadix (Granada)

Centrales térmicas solares, una realidad a nuestro alcance

Texto: Klaus Hofmann,
Director de Corporate Public Relations,
SCHOTT AG, Maguncia, Alemania
Fotos: SCHOTT



El receptor de Schott previsto para las centrales de Granada ya se ha probado con éxito en California.

Los próximos años serán decisivos para la conversión de los sistemas energéticos. Según datos aportados por la Agencia Internacional de la Energía (IEA), las inversiones necesarias para la economía eléctrica en todo el mundo ascenderán hasta el año 2030 a 7,5 billones de euros. En Alemania, por ejemplo, se habrá desconectado para entonces la mitad de la potencia de las centrales eléctricas actuales de la red.

Para proyectar y construir una central eléctrica se precisan hasta 10 años. Para una vida útil posible de unos 50 años, estamos decidiendo ahora sobre la estructura energética imperante hasta el año 2060.

El previsible agotamiento de los combustibles fósiles y el aprovisionamiento ya hoy en día inseguro y claramente más caro de los mismos, obligan

a una diversificación de las fuentes de energía. Actualmente se ha superado ya el límite de contaminación mediante CO₂ admisible en nuestra atmósfera.

Las soluciones ya no se pueden demorar más: por esta razón no debemos apostar, por una parte, por tecnologías que quizá sólo alcancen la madurez en unos decenios. Hay que aprovechar las fuentes de energía renovables que están a nuestra disposición y que son asumibles financieramente hoy en día.

La era solar puede comenzar ya mañana

Las centrales térmicas solares están ya maduras para el mercado y aptas para instalaciones a gran escala de hasta 200 MWel. Pueden reemplazar a las centrales térmicas convencionales, que trabajan

como centrales de base y además lo pueden hacer sin provocar alteraciones cualitativas de la estructura de las redes.

El cambio energético puede iniciarse de inmediato. Las centrales de colectores cilindro parabólicos se basan en una tecnología probada y ya están "disponibles". Son las energías renovables de menor coste y, a medio plazo, se podrán equiparar a la rentabilidad de las centrales térmicas de base alimentadas con combustibles fósiles.

Las centrales térmicas solares se pueden explotar rentablemente en el cinturón solar de la tierra, que incluye también el sur de Europa, y en particular el área sur mediterránea. El transporte a Europa Central se podría realizar de forma económica con la tecnología de transporte de corriente continua a alta tensión (CCAT), disponible ya en la actualidad. En Europa y en el área mediterránea se deberían crear las correspondientes capacidades de potencia a buen ritmo.

Europa compra gas a Rusia y petróleo a los países del Oriente Medio, "relegando" las cuestiones relativas a la fiabilidad de suministro. El riesgo del transporte a través de regiones políticamente inestables o a lo largo de varios miles de kilómetros no parecen preocupar a nadie. Pero cuando se trata de transportar electricidad solar desde el sur de España a Europa Central gana el provincianismo. En el ámbito de la producción de energía eléctrica y sus infraestructuras se trata de romper las barreras estatales.

La tecnología de centrales térmicas solares es una tecnología de futuro, en la que la economía europea es líder mundial y las empresas europeas mandan en el mercado. Si la política industrial europea se toma en serio la Estrategia de Lisboa, deberá allanar el camino a la CET. Y deberá hacerlo ahora mismo.

Extraordinarias perspectivas de futuro

Las centrales térmicas solares aprovechan la energía solar para

producir calor, que es convertido en corriente eléctrica por medio de unas turbinas. Las centrales térmicas solares de colectores cilindro parabólicos (CCP), en concreto, están maduras técnicamente y tienen extraordinarias perspectivas de futuro, gracias a su elevado rendimiento y los costes de producción de energía eléctrica más bajos de entre todas las tecnologías CET.

Si la fotovoltaica es la tecnología apropiada para el aprovechamiento distribuido de la energía solar, la ventaja de la tecnología de centrales eléctricas termosolares (CET) radica en la producción centralizada de energía. Sólo en los desiertos despoblados del norte de África se podría producir un múltiplo de la demanda de corriente eléctrica europea. En consecuencia, la tecnología de centrales eléctricas termosolares es una opción tecnológica significativa para realizar un "mix" energético sostenible de cara al futuro. Actuaría de inmediato en el sentido de la estrategia de reducción de las emisiones de CO₂ de la Unión Europea. De acuerdo con un estudio de Greenpeace, el empleo de la tecnología de centrales eléctricas termosolares (CET) podría evitar la emisión de 154 millones de toneladas de CO₂ en todo el mundo hasta el 2020.

La CET es particularmente eficiente cuando la intensidad de la irradiación solar es elevada. Por esta razón proporciona unas oportunidades de desarrollo muy buenas, no sólo a los estados miembro de la UE sureños, sino también a muchas regiones desfavorecidas económicamente situadas en el cinturón solar de la Tierra. Ante la amenaza del cambio climático, la CET abre una puerta para incrementar considerablemente la cuota de energías renovables en la producción de corriente eléctrica, precisamente en estos países.

Las centrales térmicas solares se pueden combinar con la utilización de combustibles fósiles, en forma de las centrales térmicas de vapor. Los campos solares de colectores cilindro parabólicos son acoplables a las

centrales térmicas convencionales. Es precisamente en el cinturón solar de la Tierra donde las centrales térmicas solares pueden representar un primer paso para una complementación razonable del parque de centrales térmicas alimentadas con combustibles fósiles. Las CET de 100 a 200 MW_e pueden reemplazar a las centrales térmicas convencionales que operan como centrales de base, y ello sin provocar alteraciones cualitativas de la estructura de las redes.

Así funcionan las centrales de colectores cilindro parabólicos

Las centrales térmicas solares no son otra cosa que centrales térmicas de vapor, que producen corriente a partir de calor a alta temperatura. La diferencia decisiva con respecto a las centrales térmicas convencionales es que la energía que impulsa las turbinas no es aportada por gas, carbón o petróleo, sino por el sol. Unos espejos de forma parabólica, dispuestos en largas hileras en los campos solares de la central, reflejan las radiaciones solares incidentes concentradas 80 veces sobre un tubo absorbedor, en el que un aceite especial que actúa como caloportador es calentado a unos 400 °C. A continuación, en un intercambiador de calor alojado en el bloque central de la instalación, se produce vapor, que impulsa las turbinas convencionales.

Una moderna tecnología de acumuladores de calor permite que la electricidad solar esté disponible también cuando las condiciones climatológicas no acompañan o de noche: los millones de litros de aceite caloportador que circulan por el campo solar representan ya de por sí una capacidad de almacenaje considerable, capaz de puentear cortos periodos de tiempo nublado. Adicionalmente, los acumuladores de sal fundida garantizan un suministro eléctrico fiable las 24 horas del día. Además, mediante el empleo de esta técnica de acumuladores la turbina puede funcionar

Matthias Franke durante la fusión de los tubos de vidrio.

rendimiento. En consecuencia, estas centrales térmicas presentan un alto grado de rentabilidad. La técnica de acumuladores de sal fundida está experimentada y es evaluada como fiable por los operadores de las redes. Por esta razón, el operador de la red eléctrica española ha concedido al diseño de central térmica aquí descrito el mismo grado de fiabilidad que a las centrales térmicas alimentadas con combustibles fósiles. No aprecia problema alguno para la integración de las centrales térmicas solares en las redes actuales.

También es posible la construcción de centrales térmicas híbridas: puesto que los campos solares interceptan la energía calorífica a un sistema de central térmica convencional a base de una turbina de vapor, se pueden integrar sin problemas p.ej. en unas centrales térmicas de ciclo combinado, alimentadas con gas natural y relativamente limpias. También se pueden adaptar las centrales térmicas de vapor convencionales ya existentes con campos solares de concentradores cilindro parabólicos.

La técnica híbrida permite mejorar claramente la competitividad frente a las centrales térmicas convencionales. Mediante el apoyo a capacidad utilizado en las centrales SEGS (Solar Energy Generating System), del tipo como las que se explotan en California, ya se obtienen ventajas de coste considerables. Con las centrales térmicas ISCCS (Sistema de Ciclo Combinado Integrado Solar), los costes de producción de energía eléctrica se reducen a la mitad. En las centrales térmicas ISCCS se combinan las centrales CCP con modernas centrales a gas y vapor. También en este caso los costes de producción de energía eléctrica se sitúan sólo ligeramente por encima de los de las centrales térmicas convencionales, incluso sin subvenciones. En consecuencia, las centrales térmicas solares híbridas constituyen un nexo importante entre el suministro energético fósil actual y el solar del futuro.

La posibilidad de combinación con centrales térmicas convencionales incrementa considerablemente las posibilidades en el mercado estadounidense. Allí se están invirtiendo actualmente grandes sumas en centrales térmicas de gas de la nueva generación. En Argelia está en proyecto mejorar las centrales térmicas de gas mediante sistemas solares complementarios. Las centrales térmicas de colectores cilindro parabólicos pueden funcionar también como centrales de cogeneración, produciendo, aparte de la energía eléctrica, también calor, p.ej. para obtener agua potable mediante una planta de desalación. En la cogeneración son posibles rendimientos de hasta un 55%.



La energía de la tecnología CET está disponible en Europa: en el margen sur de la UE (Andalucía, Sicilia, Malta, islas griegas, Chipre) hay disponibles recursos solares considerables, que en el norte de África, a una distancia técnicamente manejable, son inagotables. Los costes de transporte desde este área hasta Europa Central ascenderían a aprox. 2 cent por kWh.

Nueve centrales térmicas de primera generación construidas en California durante los años 80 han venido demostrando de forma duradera su rendimiento y fiabilidad. Suministran desde hace más de 15 años de forma continuada energía eléctrica a 200.000 hogares. Estas centrales han producido hasta ahora aprox. el 50% de la electricidad solar producida en todo el mundo.

Actualmente la tecnología de colectores cilindro parabólicos ha entrado en una fase de continua optimización. Los costes de explotación han caído desde los iniciales 8 cent/kw/h hasta justo por encima de los 3 cent/kw/h. Las experiencias acumuladas han servido como base para el desarrollo de una nueva generación de componentes de colector cilindro parabólico, con un rendimiento considerablemente mejorado. Gracias al inagotable potencial energético del sol, la capacidad tecnológica y la compatibilidad medioambiental de la CET, dicha tecnología está en condiciones de realizar una contribución esencial al futuro suministro energético. Está preparada para su aplicación a escala mundial.

¿Está experimentada y es fiable la tecnología CET?

Las centrales térmicas solares no sólo existen sobre el papel. En los EE.UU., la administración Carter, sensibilizada con los temas de la sostenibilidad y las energías renovables a causa de las crisis petrolíferas de los años 70, promovió la construcción de centrales de colectores cilindro parabólicos. Estas centrales, con una potencia total de 354 MWel, fueron construidas entre 1984 y 1991 en el Desierto del Mojave de California, a 160 km de Los Angeles.

Para compensar las fluctuaciones de la irradiación solar, estas centrales solares pueden obtener hasta un 25% de la producción energética anual a partir de gas natural. La bonificación por inyección a la red va ligada al precio del petróleo. Al bajar nuevamente el coste del crudo a partir de mediados de los años 80, desapareció también el aliciente para construir nuevas centrales térmicas explotadas comercialmente. Aun así, las centrales construidas hasta entonces siguen operando fiablemente. Con más de 2,5 millones de m² de superficie reflectora concentradora de los 9 campos solares se han inyectado ya más de 12 millardos de kw/h a la red californiana, que han generado casi 1,6 millardos de dólares US.

Las positivas experiencias hechas con la construc-

ción y operación de estas centrales en California constituyen la base para los actuales proyectos en el sur de Europa y en los países en vías de desarrollo del cinturón solar de la Tierra. El rendimiento de los componentes para central térmica solar ha probado ser muy fiable. La disponibilidad técnica operativa de los campos solares ha superado de forma continuada el 98%.

¿Está también disponible en Europa la electricidad de las CET?

Para que las centrales térmicas solares puedan ser operadas rentablemente es necesaria una irradiación solar de 1900 kw/h/m² y año. Esto significa que las CET se pueden ubicar en el cinturón solar de la Tierra, dentro de una franja que cubre hasta los 35° de latitud a ambos lados del Ecuador. En Europa el cinturón solar cubre todo el área mediterránea, que incluye el margen sur de la UE, el norte de África y el Sahara. La energía solar disponible en este área resulta suficiente para suministrar electricidad, no sólo a los países en los que están ubicadas las centrales, sino también a todo el continente europeo.

El moderno sistema de transporte mediante corriente continua a alta tensión permite una distribución con pérdidas bajas y a un coste reducido, sobre distancias de 2000 a 3000 km. Los costes de transporte para estas distancias ascienden a máximo 2 cent por kw/h. En consecuencia, los posibles emplazamientos de las CET se encuentran a una distancia asumible técnicamente, tanto para los países del Tercer Mundo con una demanda creciente, como para los países industrializados de las zonas templadas. Hay en proyecto o en fase de realización algunas líneas que atraviesan el Mediterráneo. Ya existen líneas entre Gibraltar y Marruecos, con una capacidad de transporte de 2000 MWel, así como entre el sur de Italia y Túnez. A largo plazo hay que ampliar de forma comprensiva el enlace eléctrico entre la UE y el norte de África.

La técnica de transporte de corriente continua a alta tensión (CCAT)

Para salvar grandes distancias se presta una forma de transporte de la energía muy eficiente: la técnica de transporte de corriente continua a alta tensión (CCAT). Este sistema consiste en una estación rectificadora situada al principio del tramo de transporte, que convierte en corriente continua la corriente alterna producida por la central eléctrica. La corriente es entonces transportada y convertida nuevamente en corriente alterna en la estación receptora. De esta forma se pueden transportar hasta 3000 MWel de energía eléctrica sobre grandes distancias, con bajas pérdidas y a un coste reducido.

SCHOTT: Líder mundial en receptores para CET

Los receptores de SCHOTT, fabricados en su sede de Mitterteich (Baviera), son el núcleo de

Una de las Centrales térmicas solares del desierto de Mojave en California.



Colector de tubos de vacío ETC 16 de Schott.



las centrales de colectores cilindro parabólicos. Cientos de espejos parabólicos dispuestos formando canales, que siguen permanentemente la trayectoria del sol a lo largo del día, concentran la radiación solar incidente sobre los receptores posicionados en su línea focal.

Un receptor SCHOTT se compone de un tubo absorbedor, provisto de un recubrimiento especial, introducido en un tubo de vidrio evacuado. La radiación solar captada calienta hasta casi 400°C el aceite térmico que fluye por el tubo absorbedor. El aceite recorre un intercambiador de calor, en el que se produce vapor. Este vapor genera a continuación corriente al impulsar unas turbinas. En los receptores de la nueva generación se han podido realizar las mejoras siguientes:

- ▲ Tubo envolvente con recubrimiento AR de alta transparencia, con un grado de transmisión de mín. el 96 %, y una alta resistencia a la abrasión
- ▲ Diseño con un compensador acortado: absorbedor más compacto. Longitud de apertura superior al 96 %; absorbedor de acero con un recubrimiento de alta eficacia. Grado de absorción solar de mín. el 95 %, grado de emisión máx. 14 %
- ▲ Unión vidrio-metal resistente a la rotura, gracias a una nueva combinación de materiales con coeficientes de dilatación térmica armonizados
- ▲ Aislamiento por vacío mejorado

Gracias a su "Know how" como líder mundial en la fabricación de tubos de vidrio y a las subvenciones del Programa de Inversiones en el Futuro (ZIP) del gobier-

no federal alemán, SCHOTT ha podido avanzar hasta convertirse en el líder tecnológico en el ámbito de los receptores para centrales térmicas solares. Durante la conferencia "renewables2004" Solar Millennium AG y SCHOTT firmaron un contrato marco: SCHOTT suministrará a la empresa de proyectos Solar Millennium un total de 48.000 receptores para las dos primeras centrales térmicas solares de Europa, que se construirán en Guadix, cerca de Granada .

¿Cómo funciona una central eléctrica acoplada a una planta de desalación?

A tenor de la escasez de agua potable en las zonas predominantemente áridas, causada por la industrialización y el aumento de la población, las plantas desaladoras podrían adquirir una importancia creciente, especialmente en el norte de África, el sur de Europa y América Latina. Los procesos de destilación térmica producen agua potable de calidad muy alta, pero requieren grandes cantidades de energía térmica y eléctrica.

Por esta razón, la combinación de destilación y producción eléctrica comporta ahorros energéticos considerables frente a la desalación directa. Aun así, el consumo energético de estos sistemas sigue siendo comparativamente elevado. En las centrales térmicas solares podría configurarse la combinación de producción eléctrica y desalación de agua marina de forma que la energía térmica excedente, que se da especialmente hacia el mediodía, fuera aprovechada para la desalación.

Las centrales térmicas solares con desalación de agua marina previsiblemente se utilizarán sólo en el régimen de base de las centrales térmicas híbridas, porque de lo contrario no se podrían amortizar las considerables inversiones a realizar en el bloque de la central térmica y la planta desaladora. No obstante, se podría aumentar considerablemente la componente solar del régimen de base incorporando capacidades de acumulación térmica.

Energía para 200.000 personas

Durante el año 2005 en el altiplano de Guadix, en la provincia de Granada, se pondrá la primera piedra para la construcción de AndaSol 1, la primera central térmica de colectores cilindro-parabólicos explotada comercialmente en Europa.

Está previsto que esta central térmica, con una potencia de 50 MW, cubra las necesidades energéticas de 200.000 personas. Una vez finalizada ésta se construirá, justo al lado, una 2ª central del mismo tamaño, AndaSol 2, y además ya hay proyectos de otras dos centrales en otros lugares de España aún por determinar.

AndaSol 1 y AndaSol 2 serán construidas por la empresa alemana Solar Millennium Ag y el Grupo Cobra de la constructora española ACS. El 20% del coste de AndaSol 1 1.300 millones de euros será cubierto por ambas empresas y el 80% restante por un consorcio bancario europeo. La Unión Europea subvenciona el proyecto con cinco millones de euros. 