



Photo | Foto: Photon Pictures

# The Power Plants of the Future

## Die Kraftwerke der Zukunft

The market for solar thermal power plants is only now beginning to offer one of the most important energy supply options for the future. SCHOTT will play a leading role by providing a key component.

Der gerade anspringende Markt für solarthermische Kraftwerke bietet eine der wichtigsten Optionen für die Energieversorgung von morgen. SCHOTT ist mit einer Schlüsselkomponente vorne dabei.

JOHANNES BERNREUTER

Although it might one day be considered only one small step for a technology with huge potential, on April 22, Earth Day, the Arizona Public Service Company (APS), the largest energy supplier in this southwestern U.S. state, inducted a power plant with one megawatt of power on top of a strip of desert between Phoenix and Tucson. It is hardly a normal power plant, because it receives its power free-of-charge from the sun. Six rows of parabolic mirrors, each approximately 400 meters in length, concentrate the incident solar radiation to generate heat for a steam turbine (see infobox). Since December of 2005, the generator has been supplying enough electricity for 200 households.

Parabolic trough power plants rank among the most mature solar thermal technologies for use in generating electricity. Producing one megawatt (MW) of electrical power is child's

Es war nur ein kleiner Schritt für eine Technologie mit riesigem Potenzial. Am 22. April, dem Earth Day, weihte die Arizona Public Service Company (APS), der größte Energieversorger in dem südwestlichen US-Bundesstaat, auf einem Wüstenstreifen zwischen Phoenix und Tucson ein Kraftwerk mit einem Megawatt elektrischer Leistung ein. Es ist kein gewöhnliches Kraftwerk: Seinen Brennstoff bezieht es kostenlos – von der Sonne. Sechs Reihen aus Parabolspiegeln, jede etwa 400 Meter lang, konzentrieren die einfal-

lende Sonnenstrahlung, um Hitze für eine Dampfturbine zu erzeugen (siehe Infobox). Seit Dezember 2005 liefert der Generator Strom für rund 200 Haushalte.

Parabolrinnen-Kraftwerke sind unter allen solarthermischen Technologien zur Stromerzeugung am weitesten ausgereift. Ein Megawatt (MW) elektrische Leistung ist für diesen Kraftwerkstyp ein Kinderspiel, typisch sind 50 MW und mehr. Die Technologie fand bereits Mitte der 80er Jahre erstmals ihren Weg in die kommerzielle Anwendung: In der ka-



Today, parabolic trough power plants, such as the one in Kramer Junction, are already a reliable source of electricity for 200,000 households in California.

Parabolrinnen-Kraftwerke wie dieses in Kramer Junction versorgen in Kalifornien bereits heute 200.000 Haushalte zuverlässig mit Strom.

play for this type of power plant, because they are capable of producing 50 MW or more. The technology was first put to commercial use back in the middle of the 1980s. Between 1984 and 1991, nine such power plants were built in the Mojave Desert in California, with an initial output of 14 and later 80 MW. In total, they generate 354 MW of power. Even then, SCHOTT was the company that supplied the glass cover tubes for the receivers, on top of which the solar radiation is con-

lifornischen Mojave-Wüste wurden zwischen 1984 und 1991 neun solcher Kraftwerke mit einer Leistung von anfangs 14 und zuletzt 80 MW errichtet; insgesamt bringen sie es auf 354 MW. Schon damals lieferte SCHOTT die Glashüllrohre für die Receiver, auf die die Sonnenstrahlung mit den Pa-

rabolspiegeln konzentriert wird. Die Kraftwerke laufen heute noch tadellos; mit einer technischen Verfügbarkeit von über 98 Prozent produzieren sie jährlich etwa 800 Millionen Kilowattstunden Strom.

Beweggrund für den Bau war damals die Ölkrise. Ein Bündel aus In- >

centrated by the parabolic mirrors. These same power plants still function perfectly today. With operational up time of more than 98 percent, they produce approximately 800 million kilowatt hours of electricity each year.

At the time, these plants were built as a response to the oil crisis. A bundle of investment-related exemptions, freedom from paying property taxes and long-term guarantees on electricity feed-in prices contributed towards making this project in the Mojave Desert economical. When the investment incentives were dropped in 1990, following a decline in oil prices, the brief phase of prosperity for solar thermal power plants came to a halt. However, they are currently experiencing a strong comeback. The price for natural gas that many fossil power plants rely on today, due to the fact that their investments are low, has quadrupled over the last three years alone. In addition, many states in the southwestern region of the U.S.A. have set ambitious goals with respect to the share that they would like renewable energy to have in their total power generation. Here, California leads the way with 20 percent by the year 2010; Nevada hopes to achieve this same level by 2015. New Mexico and Colorado each plan to achieve ten percent by 2011 and 2015, respectively. Arizona is shooting for 15 percent by the year 2025.

#### U.S.A. discovering its potential

For these five states, as well as the bordering states, Utah and Texas, the National Renewable Energy Laboratory, the largest research center on renewable energy sources in the U.S.A., conducted a geographic analysis to look into the regions that would be best suited for centralized solar power plants. Despite conservative assumptions, such as a slope of no more than one percent, the remaining surface would still enable a power plant output of 200,000 MW. This would cover approximately 17 percent of the U.S.A.'s current power requirements.

Last December, the Western Governors' Association's solar working group, to whom the governors of 18 different states, three U.S. Pacific islands and two Canadian provinces belong, presented a report that contained the recommendation to provide tax incentives for building centralized solar power plants with a total output of 4,000 MW in six southwestern states by the year 2015. Texas was not included, because it belongs, for the most part, to a different network. Due to the overall size of the venture, the costs of generating electricity would drop to a competitive level of 10 U.S. cents/kWh, the authors of the study say.

According to a common report put out last September by Greenpeace, the European Federation of the Solar Thermal Power Plant Industry (ESTIA) and the »SolarPACES« research program of the International Energy Agency, the costs of purely solar operated parabolic trough power plants (without fossil fuel support) in the southwest of the U.S.A., with its high

vestitionsfreibeträgen, Grundsteuerbefreiung und langfristig garantierten Stromabnahmepreisen machte das Projekt in der Mojave-Wüste wirtschaftlich. Als die Investitionsanreize 1990 nach dem Rückgang des Ölpreises aufgegeben wurden, war die kurze Blütephase für solarthermische Kraftwerke erst einmal vorbei. Doch jetzt sind sie stark im Kommen. Der Preis für Erdgas, mit dem inzwischen viele fossile Kraftwerke betrieben werden, weil deren Investitions-

kosten gering sind, hat sich allein in den letzten drei Jahren vervierfacht. Zudem haben mehrere Bundesstaaten im Südwesten der USA ehrgeizige Ziele für den Anteil erneuerbarer Energien an ihrer Stromversorgung festgelegt: allen voran Kalifornien mit 20 Prozent bis zum Jahr 2010, Nevada will die gleiche Quote bis 2015 erreichen. New Mexico und Colorado planen jeweils zehn Prozent bis 2011 beziehungsweise 2015, Arizona strebt 15 Prozent bis 2025 an.

#### Club of Rome: Solar electricity unites north and south

The Club of Rome has introduced an initiative aimed at bringing Europe, the Middle East and North Africa together in building solar thermal power plants. At the "World Energy Dialogue" held during the Hanover Trade Fair 2006, Club Chairman Prince El Hassan bin Talal said the facilities would be able to export power to Europe and, at the same time, provide drinking water to dry countries by desalinating salt-water through combined heat and power generation. Space is certainly no problem. The suitable areas in North Africa alone would suffice in accommodating solar thermal power plants that generate a multiple of the world's global electrical power requirements. The Club of Rome was founded in 1968 and consists of 100 prominent members from all five continents. Concern for the future of humanity is what they have in common.

#### Club of Rome: Solarstrom bringt Nord und Süd zusammen



Photo | Foto: Club of Rome

**Prinz El Hassan bin Talal,**  
President of the Club of Rome

**Prinz El Hassan bin Talal,**  
Präsident des Club of Rome

Der Club of Rome hat eine Initiative gestartet, um Europa, den Nahen Osten und Nordafrika für den Bau von solarthermischen Kraftwerken zusammenzubringen. Auf dem „World Energy Dialogue“ während der Hannover Messe 2006 sagte der Club-Vorsitzende Prinz El Hassan bin Talal, die Anlagen könnten gleichzeitig Strom nach Europa exportieren und für die trockenen Länder in Kraft-Wärme-Kopplung Trinkwasser durch Meerwasserentsalzung gewinnen. Platz gäbe es mehr als genug: Allein auf den geeigneten Flächen in Nordafrika könnten solarthermische Kraftwerke ein Vielfaches des weltweiten Strombedarfs erzeugen. Der Club of Rome wurde 1968 gegründet und vereint 100 Persönlichkeiten aus allen fünf Kontinenten. Ihnen gemeinsam ist die Sorge um die Zukunft der Menschheit.



incident solar radiation, would currently range between 15 and 17 U.S. cents/kWh or roughly 11.5 to 13 Euro cents/kWh. In Mediterranean countries with somewhat less sunlight, the cost would be approximately 20 Euro cents/kWh. For this reason, the European Parliament called on the EU Commission to increase its funding support for solar thermal power plants only this past September.

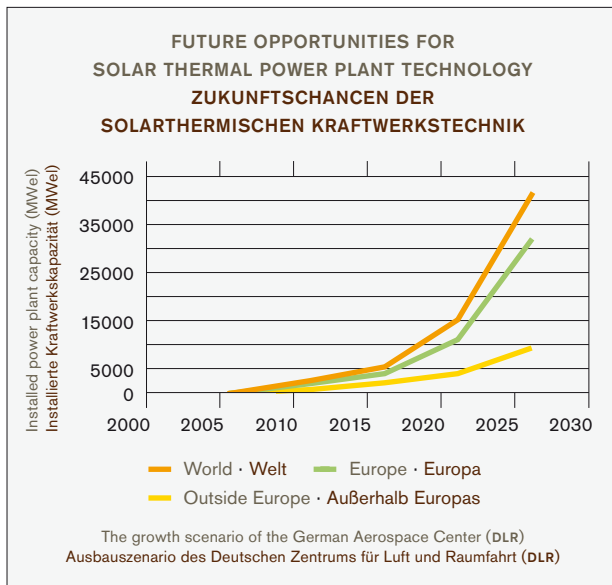
The beginning has already been made with respect to breaking into the market in a major way. On February 11, the ground-breaking ceremony for a parabolic trough power plant with 64 MW of power took place in Boulder City, Nevada. It is scheduled to start supplying power to the grid in June of 2007. As with the smaller power plant in Arizona, the receiver tubes, a key component of the power plant that converts the concentrated solar radiation from the parabolic mirrors into heat, were provided by SCHOTT. The technology group has developed a highly efficient and extremely robust receiver that



Photo | Foto : Photon Pictures

Attractive costs and effective climate protection are key qualities of solar thermal power plants.

Günstige Kosten und effektiver Klimaschutz – damit trumpfen solarthermische Kraftwerke.



offers two percent higher efficiency than competitive products. "The new receivers from SCHOTT provide a solid foundation for the success of the power plant," says John Myles, President of the American project group, Solargenix Energy. As one of the leading manufacturers of special glass tubes, SCHOTT is able to build on its unique know-how, decades of experience

## USA entdecken ihr Potenzial

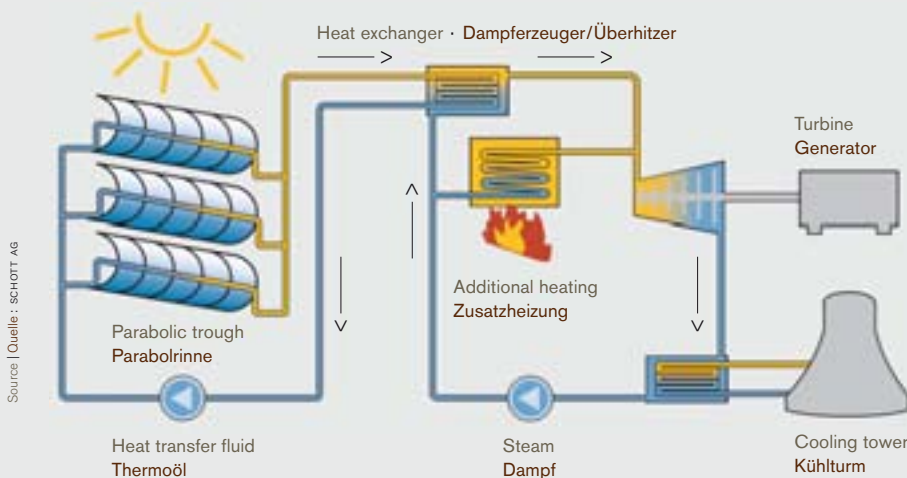
Für diese fünf sowie die beiden angrenzenden Staaten Utah und Texas hat das National Renewable Energy Laboratory, das große Forschungszentrum der USA für erneuerbare Energien, in einer geographischen Analyse ermittelt, welche Gebiete für zentrale Solarkraftwerke optimal geeignet sind. Trotz konservativer Annahmen wie zum Beispiel einer Ge-

ländeneigung von maximal einem Prozent bleibt eine Fläche übrig, auf der sich eine Kraftwerksleistung von 200.000 MW installieren ließe. Damit könnte man etwa 17 Prozent des heutigen Strombedarfs in den USA decken. Die Solararbeitsgruppe der Western Governors' Association, in der sich die Gouverneure von 18 Bundesstaaten, drei US-Pazifikinseln und zwei kanadischen Provinzen zusammengenommen haben, präsentierte im ver- >

## How parabolic trough power plants function

Solar thermal power plants make use of direct solar radiation that is not dispersed by clouds and concentrate it using mirrors. With parabolic trough receivers, the mirror segments are shaped parabolically and form troughs of up to 400 meters in length. The longitudinal axis of the troughs follows the position of the sun and focuses the incident light onto the caustic line of the mirrors as much as 80 times onto absorber tubes made of stainless steel. These are vacuum-sealed by a glass cover and commonly referred to as receivers.

The cover tube of the receiver manufactured by SCHOTT contains an abrasion-proof anti-reflection layer that permits up to 96 percent of solar radiation to penetrate. A coating consisting of a ceramic-metallic composite material on the surface of the absorber tube sees to it that 95 percent of the radiation is absorbed and a maximum of 14 percent heat is radiated. A special fluid that heats up to as high as 400 degrees Celsius flows through the four meter long receivers that are joined together. A heat exchanger then enables this hot fluid to generate steam. As in a conventional power plant, the steam enters into the turbine under pressure and this, in turn, drives the generator. Excess heat can be stored so that more steam can be generated later on. As this illustrates, power can be generated around the clock, without having to rely on burning fossil fuels.



## So funktioniert ein Parabolrinnen-Kraftwerk

Solarthermische Kraftwerke nutzen den direkten, nicht von Wolken gestreuten Anteil der Sonnenstrahlung, um ihn mit Spiegeln zu konzentrieren. Bei Parabolrinnen-Kraftwerken sind die Spiegelsegmente parabolisch geformt und bilden bis zu 400 Meter lange Rinnen. Diese werden über ihre Längsachse dem Stand der Sonne nachgeführt und konzentrieren das einfallende Licht in der Brennlinie der Spiegel bis zu 80-fach auf Absorberrohre aus Edelstahl, die mit einer Glashülle vakuumdicht isoliert sind: die so genannten Receiver.

Das Hüllrohr des Receivers von SCHOTT ist mit einer abriebfesten Antireflexschicht versehen, die über 96 Prozent der Sonnenstrahlung durchlässt. Auf dem Absorberrohr sorgt eine keramisch-metallische Beschichtung dafür, dass 95 Prozent der Strahlung absorbiert und maximal 14 Prozent der Wärme abgestrahlt werden. In den vier Meter langen, aneinander gekoppelten Receivern fließt ein Thermoöl, das sich bis auf 400 Grad Celsius aufheizt. Über einen Wärmetauscher erzeugt das heiße Öl Wasserdampf. Wie in einem konventionellen Kraftwerk gelangt dann der Dampf unter Druck in eine Turbine, die den Generator antreibt. Überschüssige Hitze lässt sich zwischenspeichern, um erst später Dampf zu erzeugen. Somit ist eine Stromproduktion rund um die Uhr auch ohne Zufeuerung fossiler Brennstoffe möglich.

gangenen Dezember einen Bericht mit der Empfehlung, bis zum Jahr 2015 in den sechs Südweststaaten ohne Texas (das größtenteils zu einem anderen Netzverbund gehört), die Errichtung zentraler Solarkraftwerke mit einer Gesamtleistung von 4.000 MW steuerlich zu fördern. Durch den Mengeneffekt, so die Autoren, könnten die Stromerzeugungskosten auf wettbewerbsfähige 10 US-Cent/kWh sinken.

Nach einem gemeinsamen Report von Greenpeace, der Europäischen Vereinigung der solarthermischen Kraftwerksindustrie (ESTIA) und dem »SolarPACES«-Forschungsprogramm der Internationalen Energie-Agentur vom vergangenen September betragen die Kosten bei rein solar betriebenen Parabolrinnen-Kraftwerken (ohne fossile Zufeuerung) im Südwesten der USA mit seiner hohen Sonneneinstrahlung momentan noch 15 bis 17 US-Cent/kWh, das sind rund 11,5 bis 13 Eurocent/kWh; in den Mittelmeerländern, wo die Einstrahlung etwas geringer ist, sind es noch rund 20 Eurocent/kWh. Das Europäische Parlament hat deshalb in einer Entschließung vom vergangenen September die EU-Kommission aufgefordert, solarthermische Kraftwerke stärker zu fördern.

Der Anfang für einen Markteinstieg im großen Maßstab ist schon gemacht. Am 11. Februar erfolgte in Boulder City (Nevada) der Spatenstich für ein Parabolrinnen-Kraftwerk mit 64 MW Leistung, das im Juni 2007 ans Netz gehen soll. Die Receiver-Rohre – eine Schlüsselkomponente des Kraftwerks, die die von den Parabolspiegeln konzentrierte Sonnenstrahlung in Hitze umwandelt – kommen wie bei dem kleinen Kraftwerk in Arizona von SCHOTT.

Der Technologiekonzern hat einen hocheffizienten und äußerst robusten Receiver entwickelt, dessen Wirkungsgrad um zwei Prozent höher liegt als bei Konkurrenzpro-

and expertise in glass-to-metal seals and coating technologies. "With the order we received for the power plant in Nevada, we have successfully positioned ourselves as a global technology leader in the field of receivers," says Dr. Martin Heming, head of the Business Unit Solar at SCHOTT.

### Spain is setting the pace

Another order from Spain is definitely on the way. With feed-in compensation of nearly 23 Euro cents/kWh for solar thermal power plants over a course of 25 years, this country has developed into an important market. The Greenpeace report predicts that approximately 500 MW will have been installed by the year 2010. Following receipt of financing approval from the banks, construction of the first parabolic trough power plant with an output of 50 MW on top of the plateau of Guadix in the southern Spanish province of Granada commenced in mid-June.

Only a few days before, the German project management company, Solar Millennium AG, had signed a skeleton agreement in Beijing with two Chinese companies on the realization of solar thermal power plants with a total output of 1,000 MW by the year 2020. Greece could well become the next interesting market. The Renewable Energy Sources Law ratified at the beginning of June provides for solar thermal power plants of more than 5 MW to pay feed-in compensation of 23 Euro cents/kWh on the mainland and 25 Euro cents/kWh on islands. Israel is also preparing feed-in legislation. Other projects, supported in part by the World Bank, are planned in Mexico, Morocco, Algeria, Egypt and Iran. Here, parabolic trough fields are to reduce the fuel consumption of conventional power plants. < |

By developing a highly efficient receiver, the heart of a parabolic trough power plant, SCHOTT has earned the reputation of a technological leader.

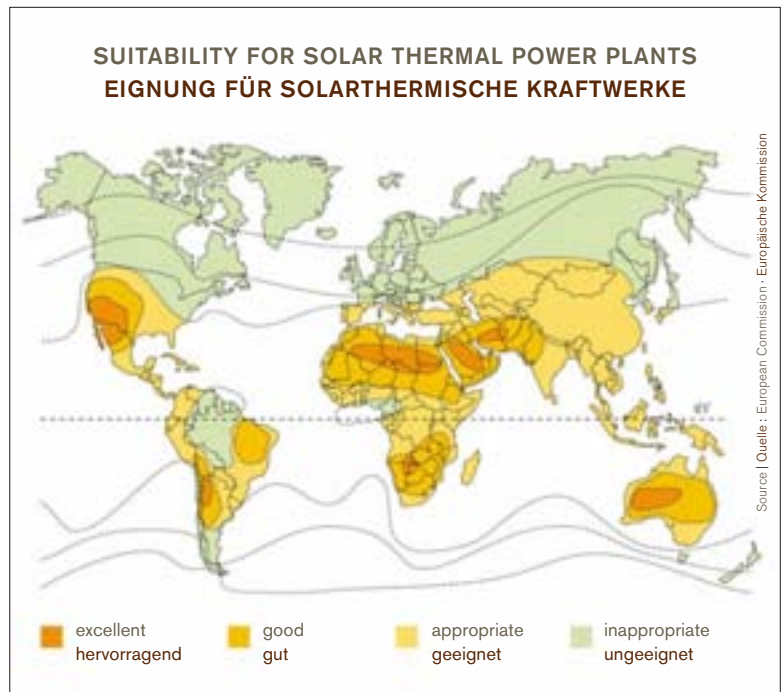
Mit der Entwicklung eines hocheffizienten Receivers, Herzstück eines Parabolrinnen-Kraftwerks, gilt SCHOTT als Technologieführer.



Photo: Foto: J. Meyer/SCHOTT AG

dukten. „Die neuen Receiver von SCHOTT bieten eine gute Basis für den Erfolg des Kraftwerks“, sagt John Myles, Präsident der amerikanischen Projektgesellschaft Solargenix Ener-

Mitte Juni der Bau des ersten Parabolrinnen-Kraftwerks mit 50 MW Leistung auf der Hochebene von Guadix in der südspanischen Provinz Granada.



gy. Als einer der führenden Hersteller von Spezialglasröhren baut SCHOTT auf eine Jahrzehnte lange Erfahrung und exzellentes Know-how bei Glas-Metall-Verbindungen und Beschichtungstechnologien. „Mit dem Auftrag für das Kraftwerk in Nevada haben wir uns als weltweiter Technologieführer bei Receivern etabliert“, sagt Dr. Martin Heming, Leiter der Business Unit Solar bei SCHOTT.

### Schrittmacher Spanien

Ein weiterer Auftrag ist bereits aus Spanien sicher. Das Land hat mit einer Einspeisevergütung von knapp 23 Eurocent/kWh über 25 Jahre für solarthermische Kraftwerke einen bedeutenden Markt geschaffen. Der Greenpeace-Report rechnet damit, dass bis zum Jahr 2010 rund 500 MW installiert werden. Nach der Finanzierungszusage der Banken begann

Nur wenige Tage zuvor hatte der deutsche Projektierer Solar Millennium AG in Peking ein Rahmenabkommen mit zwei chinesischen Unternehmen über die Realisierung solarthermischer Kraftwerke mit einer Gesamtleistung von 1.000 MW bis zum Jahr 2020 unterzeichnet. Griechenland könnte der nächste interessante Markt werden: Das Anfang Juni verabschiedete Erneuerbare-Energien-Gesetz sieht für solarthermische Kraftwerke über 5 MW auf dem Festland eine Einspeisevergütung von 23 Eurocent/kWh vor, auf den Inseln 25 Eurocent/kWh.

Auch Israel bereitet ein Einspeisegesetz vor. Weitere Projekte, zum Teil unterstützt von der Weltbank, sind in Mexiko, Marokko, Algerien, Ägypten und Iran geplant. Hier sollen Parabolrinnenfelder den Brennstoffverbrauch konventioneller Kraftwerke reduzieren. < |

[info@us.schott.com](mailto:info@us.schott.com)