

## Solarstrom aus der Sahara

### Die Kraft der Sonne

Theoretisch kann die Sonneneinstrahlung den Energiebedarf der Menschheit problemlos decken. Die Sonnengürtel der Erde - Gebiete, die sich zwischen dem 20. und 40. Breitengrad auf der Nord- und der Südhalbkugel erstrecken - sind zu grossen Teilen Wüsten. Diese Zonen würden sich als besonders geeignet für den Bau von Solarkraftwerken erweisen.

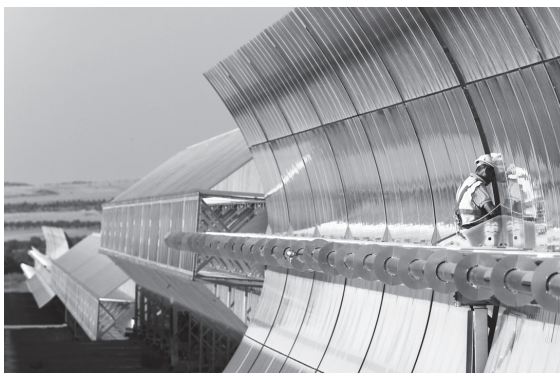
Die sonnigsten Gebiete in Deutschland oder in der Schweiz kommen auf 1500 bis 1800 Sonnenstunden im Jahr. In Andalusien sind es bereits mehr als 3000 und in der Sahara gar bis zu 4300 Sonnenstunden. Diverse Solarkraftwerke, die sich über eine Fläche von insgesamt ca. 20 000 km<sup>2</sup> erstrecken müssten, könnten dort so viel Strom erzeugen, wie ganz Europa verbraucht.

### Solarthermische Kraftwerke

Die Technik von solarthermischen Kraftwerken ist seit 1985 in der Mojave-Wüste in Kalifornien im praktischen Einsatz. Neun solarthermische Kraftwerke speisen dort bei einer Gesamtleistung von 350 Megawatt Ökostrom ins Netz. Die Anlage in der Mojave-Wüste hatte über diesen Zeitraum nur äusserst geringfügige Ausfallzeiten. Reparaturen und Wartungskosten fallen kaum ins Gewicht.

In Europa ist im Jahr 2009 in der südspanischen Region Andalusien die erste solarthermische Anlage ans Netz gegangen. Der gesamte Komplex besteht aus den Werken Andasol 1, 2 und 3 und wird nach kompletter Fertigstellung eine Leistung von 150 Megawatt erbringen.

Insgesamt wurden bei Andasol 3 mehr als 200 000 parabolisch geformte Spiegel montiert, die eine Fläche von rund 70 Fussballfeldern einnehmen. Das Werk verfügt ausserdem über zwei thermische Speicher. Dadurch steht auch nachts oder bei Bewölkung Strom zur Verfügung.



081 Die gewaltige mit Parabolspiegeln bestückte Fläche der Kraftwerkanlage Andasol

**Hinweis Parabolspiegel**  
Internet Stichwort «Parabolspiegel» - Wikipedia  
Details: mathematische Grundlage, Funktionsweise

082 Monteur im Einsatz  
Grösse der Parabolspiegel

Andasol 3 soll - nach einer Testphase im Oktober 2011 - in den kommerziellen Betrieb übergehen. Dann werden die 3 Anlagen rund 500 000 Endverbraucher mit umweltfreundlichem Strom versorgen.

### Zum Vergleich

2 Kraftwerkanlagen in der Schweiz: Bei der grössten Kraftwerkanlage der Schweiz, **Grande Dixence**, wird das durch die Staumauer gespeicherte Wasser zu den vier Kraftwerken Fionnay, Nendaz, Bieudron und Chandoline geleitet.

Ihre Leistungen betragen:

Fionnay	290 Megawatt
Chandoline	150 Megawatt
Bieudron	1260 Megawatt
Nendaz	390 Megawatt

**Total** 2090 Megawatt

Die gesamte Anlage erzeugt jährlich rund 500 Mio. kWh im Sommer und etwa 1.5 Mia. kWh im Winter.

Die Wassermenge des Stausees (Lac des Dix) entspricht einem Potenzial von rund einem Fünftel der in der Schweiz speicherbaren elektrischen Energie.

Das Kernkraftwerk **Leibstadt (KKL)** weist eine Leistung von 1190 Megawatt auf und produziert rund 9 Mia. kWh Strom pro Jahr.

### Die Technik eines solarthermischen Kraftwerks

Die Technik eines solarthermischen Kraftwerks unterscheidet sich grundsätzlich von derjenigen der Fotovoltaik-Module. Bei diesen - auf Dächern oder Hausfassaden montiert - wird das Sonnenlicht direkt in Elektrizität umgesetzt. In Deutschland sind solche Kleinanlagen zu Hunderttausenden installiert, in der Schweiz nimmt deren Zahl ständig zu.

Bei einem solarthermischen Kraftwerk sammeln Tausende Parabolspiegel die einfallende Sonnenstrahlung und reflektieren sie auf gläserne Rohrleitungen. Darin fliesst Öl, das durch die konzentrierte Sonneneinstrahlung auf 400 °C und mehr erhitzt wird. Über Wärmetauscher

schert wird Dampf erzeugt, mit dem durch konventionelle Kraftwerktechnik (Dampfturbinen, Generatoren) elektrischer Strom produziert wird.

Ein Teil der durch die Sonneneinstrahlung erzeugten Wärme wird laufend in Flüssigsalz-kammern gespeichert, um während der Nacht und an sonnenarmen Tagen zur Verfügung zu stehen. Falls in Extremsituationen auch diese gespeicherte Wärme nicht mehr zur Dampferzeugung ausreicht, kann mit Erdgas zusätzlich nachgefeuert werden. So ist sichergestellt, dass ein solarthermisches Kraftwerk rund um die Uhr zuverlässig Strom erzeugt - ein grosser Vorteil gegenüber der stark schwankenden Produktion bei Anlagen, die auf Windenergie oder Fotovoltaik basieren.

## **Ehrgeizige Projekte - Planung für die Zukunft**

Wissenschaftler setzen grosse Hoffnungen auf die Gewinnung von Solarstrom in den Wüsten Nordafrikas. Spektakuläre Solarstrom-Anlagen in der Sahara sollen schon in 10 Jahren Energie liefern können. Zu deren Realisierung wollen mehrere deutsche Energie- und Finanzkonzerne beitragen. Am 13. Juli 2009 wurde die Industrieinitiative «Desertec» gegründet. Neben der Münchner Rückversicherung, die sich als Sprachrohr der Initiative versteht, haben sich Energieversorger (z.B. der RWE-Konzern und die E.ON AG) sowie der Elektrokonzern Siemens, die Deutsche Bank und Firmen aus der Solarwirtschaft angeschlossen. Das Deutsche Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR) hat das Desertec-Konzept entwickelt. Als Ziel sieht man die Energieversorgung Mitteleuropas und der Staaten des Mittleren Ostens und Nordafrikas durch solarthermische Kraftwerke.

## **Hohe Investitionskosten**

Für den Bau von Solarkraftwerken in der Wüste Nordafrikas veranschlagt Desertec rund 400 Milliarden Euro. Grundsätzlich sind die Anfangsinvestitionen für ein Solarkraftwerk höher als bei einem Öl-, Gas- oder Kohlekraftwerk. In der Folge hat man aber keine Ausgaben mehr für den Brennstoff, um das Kraftwerk zu betreiben. Die Energie der Sonneneinstrahlung steht vom ersten Tag der Inbetriebnahme praktisch gratis zur Verfügung.

Seit 1996 ist die Maghreb-Europa-Pipeline für den Transport von Erdöl und Erdgas nach Europa in Betrieb. Eine neue Tiefseeröhre nach Almería in Spanien, 2009 fertig erstellt, ermöglicht zusätzliche Energieexporte (vor allem aus Algerien). Marokko und Spanien sind dabei Transitländer; der grösste Teil des transportierten Öls und Erdgases geht nach Frankreich und Deutschland. Es sind somit riesige Anstrengungen erforderlich gewesen, um die Versorgung Europas mit Erdölprodukten sicherzustellen.

Ähnlich gewaltige Anstrengungen sind nötig, um den elektrischen Strom von den zu bauenden solarthermischen Kraftwerken in der Sahara ins Netz der Verbraucherstaaten (Nordafrika, Mitteleuropa) einspeisen zu können. Eine umfassende Netzinfrastruktur muss geschaffen werden.

Die Hochspannungsleitungen in der Schweiz basieren weitgehend auf Wechselstrom. Die Forscher am

DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) haben sich über die Netzinfrastruktur Gedanken gemacht. Sie kamen zum Schluss, dass der Strom aus den Kraftwerken in der Sahara relativ verlustarm über Gleichstrom-Hochspannungsnetze nach Europa transportiert werden kann. Solche Netze weisen nur geringe Transportverluste auf. Man hat errechnet, dass diese höchstens 15 Prozent betragen würden. Als Vorbild dient das über 580 km lange Unterwasser-Gleichstrom-Hochspannungskabel zwischen Norwegen und der Niederlande (seit 2009 in Betrieb).

Um das Energieprojekt Solarstrom aus der Sahara realisieren zu können, wird von der Industrie vor allem im Bereich Netzbau viel Innovationsarbeit erwartet. In wenigen Jahren sollen Umsetzungspläne vorliegen.

## **Zusammenarbeit verschiedener Staaten**

Im Rahmen des Desertec-Konzeptes erhofft man sich, dass Europa bis zum Jahr 2050 rund 15 Prozent seines Strombedarfs aus der Wüste beziehen könnte. Daneben zeigen viele Staaten Nordafrikas und des Mittleren Ostens grosses Interesse an dessen Weiterentwicklung. Gerade Länder, die keine eigene Ölförderung haben, sind am Desertec-Konzept sehr interessiert.

Marokko z.B. hat grosse Energie-Versorgungsprobleme und hängt zu 95 Prozent von seinen Lieferanten ab. Als mitbeteiligter Staat kann die Versorgungssicherheit verbessert werden. Neben der Stromerzeugung verspricht sich Marokko auch, das Problem der Wasserknappheit entschärfen zu können. Bei jeder Kraftwerkanlage fällt Abwärme an, die dazu genutzt werden kann, um Meerwasser zu entsalzen.

## **Voraussetzung: politische Stabilität**

Zur Neige gehende Erölrreserven und die damit verbundenen höheren Öl- und Erdgaspreise, aber auch drohende Klimakatastrophen verstärken den Willen zu internationaler Zusammenarbeit.

Um die Ressourcen (die Mittel) zu nutzen, die im Gebiet der Sahara vorhanden sind, braucht es globale Grossprojekte, bei denen die Staaten der Sahara und Europas zusammenarbeiten. Diese lassen sich nur in Partnerschaft der beteiligten Staaten und durch langfristige Verträge realisieren.

Denkbar sind Solarkraftwerke an mehreren Standorten in Nordafrika. Das wichtigste Kriterium ist wohl: Es hängt ausschliesslich von der politischen Stabilität eines Staates ab, ob auf seinem Gebiet grosse Investitionen zum Bau von Solarkraftwerken getätigt werden. Baut man Solarkraftwerke in politisch instabilen Ländern, bringt man sich in ähnliche Abhängigkeit wie beim Erdöl.

Zwar gelten Marokko und Algerien als politisch stabil; aber auch diese Länder haben immer wieder Probleme mit Terroristen. Bei einem Bombenanschlag Mitte April 2011 auf ein Touristencafé in Marrakasch, verursacht durch islamische Extremisten, wurden 17 Personen getötet und weitere Menschen verletzt.

Die riesigen Gasförderanlagen Algeriens in der Sahara sind gut geschützt und blieben bis anhin vor Anschlägen verschont.