

Die Parabolrinnen-Kraftwerke Andasol 1 bis 3

Die größten Solarkraftwerke der Welt;

Premiere der Technologie in Europa





Inhaltsverzeichnis

Sonnenenergie und solarthermische Kraftwerke	4
Die ersten Parabolrinnen-Kraftwerke Europas – die größten Solarkraftwerke der Welt – Andasol 1 bis 3	8
Rahmenbedingungen in Spanien	20
Projektpartner	22

Sonnenenergie und solarthermische Kraftwerke

Die Energieversorgung Europas hängt heute stark von der kostengünstigen Verfügbarkeit konventioneller Energieträger wie Erdgas, Öl und Kohle ab. Es besteht inzwischen weitgehend politischer Konsens, dass das System der Energieerzeugung dringend umgestellt werden muss. Die Gründe hierfür sind hinreichend bekannt: Die Vorräte an Öl und Gas sind begrenzt. Auch andere Rohstoffe wie Uran oder Kohle sind endlich. Außerdem verursacht die konventionelle Energieerzeugung durch die Emission klimaschädlicher Gase, vor allem Kohlendioxid, eine dramatische Erwärmung des Klimas.

Diese Entwicklung wird noch gravierender dadurch, dass der weltweite Energieverbrauch weiterhin stark steigt: nach Einschätzung der Internationalen Energieagentur (IEA) bis 2030 um 50% und nach einer Studie des Weltenergieerates bis 2050 sogar um 70 bis 100%. Linderung können Einsparmaßnahmen bringen, z.B. durch energieeffizientere Elektrogeräte und Maschinen. Gleichzeitig muss die globale Energieerzeugung auf eine nachhaltige Basis umgestellt werden, und zwar durch den massiven Einsatz erneuerbarer Energien.

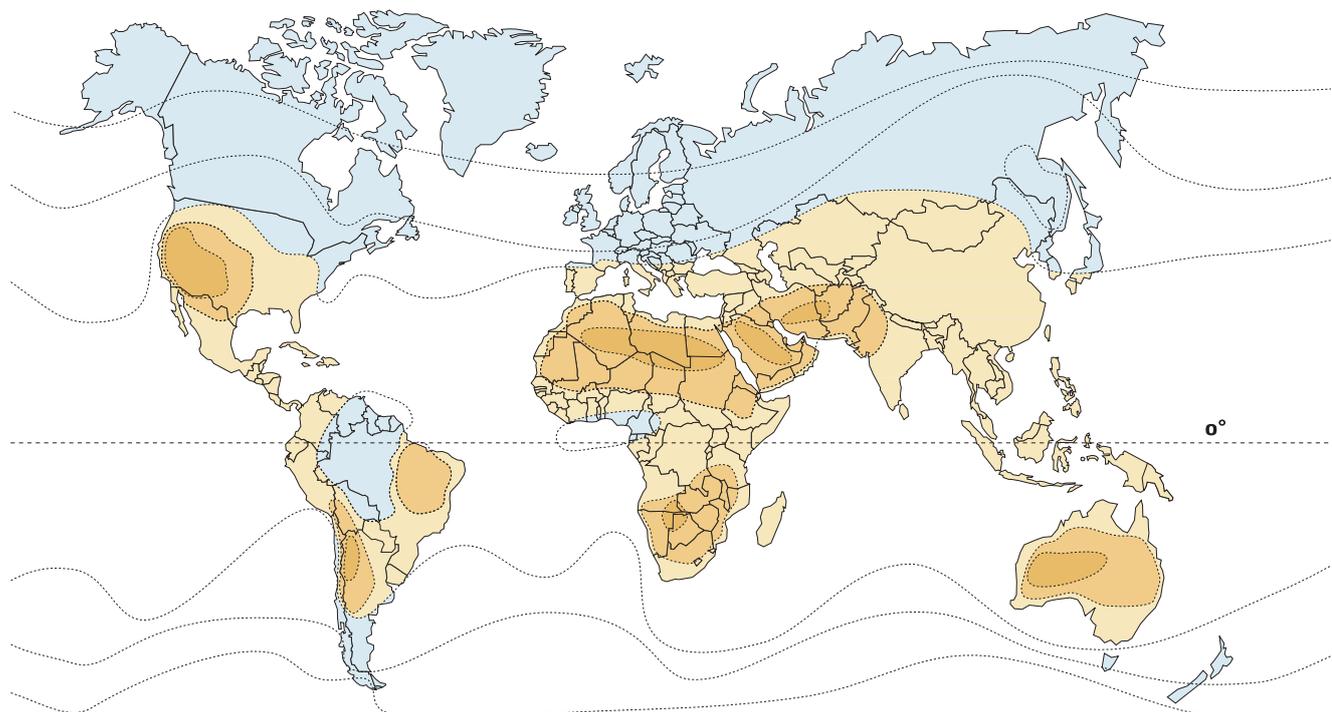
Die Sonne schickt jährlich über eine Milliarde Terawattstunden Energie auf die Erde – das 60.000-fache des Weltstrombedarfs. Weniger als 3% der Fläche der Sahara reichen rechnerisch aus, um mit Solarkraftwerken den Weltstrombedarf zu decken. Damit bietet die tägliche Sonneneinstrahlung ein

weitaus größeres Potenzial als jede andere erneuerbare Energiequelle.

Solarenergie kann auf unterschiedlichen Wegen genutzt werden. In Deutschland kommen hauptsächlich Photovoltaikmodule zur Stromerzeugung und Solarthermiekollektoren zur Warmwassererzeugung zum Einsatz. Und das Prinzip der Solarthermie, die Nutzung der Sonnenwärme, bietet noch sehr viel weitreichendere Möglichkeiten.

Solarthermische Kraftwerke wandeln die Sonnenwärme in Strom um. Dies wird im Maßstab großer Kraftwerke mit einer Leistung von bis zu 250 Megawatt pro Anlage realisiert. Die Technologie hat dabei einen wichtigen Vorteil gegenüber einigen anderen erneuerbaren Energien, beispielsweise der Photovoltaik oder der Windenergie: Wärme lässt sich im Gegensatz zu Strom weitaus effizienter und kostengünstiger speichern. Durch den Einbau von thermischen Speichern kann ein solarthermisches Kraftwerk Strom planbar, also auch nachts oder bei Bewölkung, bereitstellen. Im Sommer kann somit eine Stromproduktion nahezu rund um die Uhr erreicht werden. Langfristig werden fossil befeuerte Kraftwerke ersetzbar. Bis dahin können die Anlagen auch mit konventionellen Kraftwerken kombiniert werden (Hybridbetrieb), um klimaschädliche Emissionen zu reduzieren.

Außerdem gibt es für solarthermische Kraftwerke weitere Einsatzmöglichkeiten: Denkbar ist die

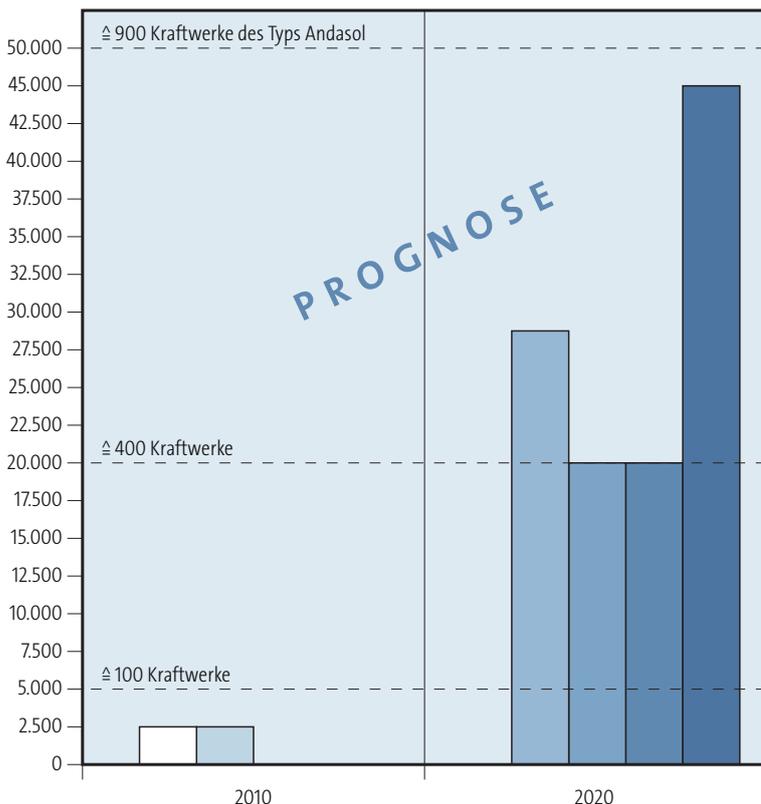


Kombination mit Meerwasserentsalzungsanlagen, um an sonnenreichen Orten nicht nur Solarstrom zu produzieren, sondern auch das in diesen Regionen oft knappe Gut Trinkwasser zur Verfügung zu stellen. Daneben eignen sich die Anlagen beispielsweise zur Bereitstellung von Dampf, Wärme oder Kälte für industrielle Anwendungen.

Marktaussichten

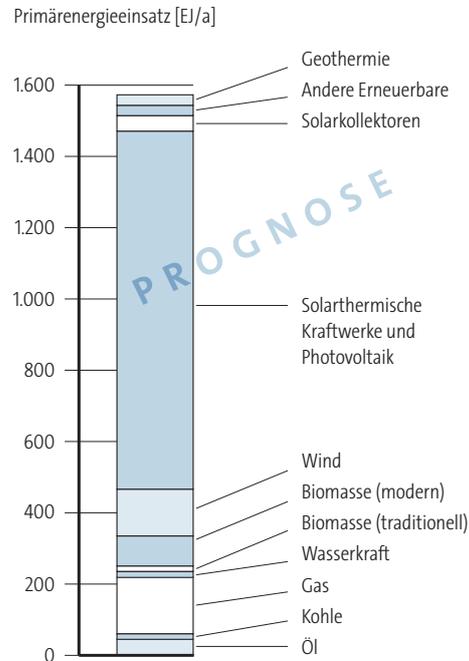
Heute bedürfen solarthermische Kraftwerke noch staatlicher Rahmensetzung, beispielsweise in Form von Einspeisevergütungen, um den wirtschaftlichen Betrieb zu sichern. In wenigen Jahren wird die Technologie voraussichtlich nicht mehr auf eine solche Unterstützung angewiesen und damit wettbewerbsfähig mit fossil befeuerten Spitzen- und Mittellastkraftwerken sein. Ermöglicht wird dies durch technischen Fortschritt und größere Markt volumina, die auch zu geringeren Kosten der Komponenten führen können.

Studien namhafter Institutionen sagen solarthermischen Kraftwerken dementsprechend ein starkes Wachstum voraus. Bis 2020 soll die installierte Leistung solarthermischer Kraftwerke weltweit auf mindestens 20.000 Megawatt steigen (siehe Grafik unten)



Exemplarischer globaler Energiemix im Jahre 2100

Quelle: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung für globale Umweltveränderungen 2003



Der Großteil des globalen Energieverbrauchs kann langfristig durch die Sonne gedeckt werden. Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung „Globale Umweltveränderungen“ (WBGU) hat für das Jahr 2100 einen exemplarischen Primärenergiemix aufgestellt (Quelle: WBGU 2003).

Die Studie „MED-CSP“ des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) geht davon aus, dass ab 2025 Strom aus den meisten erneuerbaren Energiequellen billiger sein wird als aus fossilen. Bis Mitte dieses Jahrhunderts werden im Mittelmeerraum erneuerbare Energien die fossilen Energieträger weitestgehend verdrängt haben. Auch wenn die Studie einen generellen Mix erneuerbarer Energien befürwortet, weist sie solarthermischen Kraftwerken eine Hauptrolle zu: Im Jahr 2050 wird laut DLR-Studie ihre Leistung im Mittelmeerraum so groß sein wie die von Wind, Photovoltaik, Biomasse und geothermischen Kraftwerken zusammen. Durch die Integration thermischer Speicher können solarthermische Kraftwerke dabei sogar doppelt soviel Energie bereitstellen.

Studien

- Greenpeace/ESTIA 2005
- Sarasin 2007
- Greenpeace EREC 2007
- US Energiebehörde
- IEA min.
- IEA max.

Spanien hat bei solarthermischen Kraftwerken in Europa in den letzten Jahren eine Vorreiterrolle gespielt – hier gibt es derzeit den größten Markt. Nach übereinstimmender Meinung der Marktteilnehmer ist der nächste noch größere Markt der Südwesten der USA. Dort produzieren die weltweit ersten kommerziellen Anlagen schon seit über 20 Jahren zuverlässig Solarstrom. Weitere Anlagen entstehen derzeit auch in Nordafrika und im Nahen Osten. Auch in Asien wurden erste Projektentwicklungen begonnen. So hat Solar Millennium in China zusammen mit regionalen

Technologie

Unter Solarthermie versteht man die Umwandlung der einfallenden Sonnenstrahlung in Wärmeenergie. In Deutschland wird dieses Prinzip bei Dachkollektoren zur Warmwassererzeugung genutzt. In sonnenreichen Ländern können durch Konzentration der direkten Strahlung in Parabolrinnen-Kraftwerken so hohe Temperaturen erreicht werden, dass die Wärmeenergie in Dampfturbinen genutzt werden kann, um Strom zu produzieren. Statt durch Verbrennung fossiler Energieträger wird in solarthermischen Kraftwerken Dampf durch konzentrierte

Die von der Sonne bereitgestellte Energiemenge ist gigantisch und lässt sich gezielt nutzen. Der folgende Effekt ist jedem bekannt: Durch Bündelung der Sonnenstrahlen mit einer Lupe lassen sich Temperaturen erreichen, die Papier in Brand setzen können. Parabolrinnen-Kraftwerke nutzen denselben Effekt und bündeln die Sonnenstrahlen mit Parabolspiegeln. Dadurch lässt sich die Solarenergie in großtechnischen Dimensionen nutzen, so dass Öl, Gas, Kohle und Atomkraft als Energieträger langfristig ersetzt werden können.

Unternehmen ein Rahmenabkommen für den Bau von insgesamt 1.000 MW solarthermischer Kraftwerksleistung abgeschlossen. In Ägypten ist Solar Millennium am Bau der ersten Parabolrinnen-Anlage des Landes beteiligt.

Ein interkontinentaler Stromverbund könnte in Zukunft die besten Standorte Europas und Afrikas für erneuerbare Energien miteinander vernetzen; Solarenergie aus Nordafrika, Offshore-Windparks und Wasserkraft aus Skandinavien. Durch verlustarme Hochspannungsnetze auf der Basis von Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) lässt sich der Strom effizient transportieren. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) kommt in seiner Studie zum Stromverbundnetz zu dem Schluss: „Im Jahr 2050 könnten 20 Leitungen aus MENA [Naher Osten und Nordafrika] etwa 15% der europäischen Stromversorgung durch Sonnenenergie (...) decken“.

Solarstrahlung erzeugt. Anders als Strom aus Wind oder Photovoltaik kann der Strom aus solarthermischen Kraftwerken kostengünstig und planbar bereitgestellt werden, beispielsweise mit Hilfe von Wärmespeichern oder durch Zufeuerung. Die Solarkraftwerke können dann auch nach Sonnenuntergang Strom liefern.

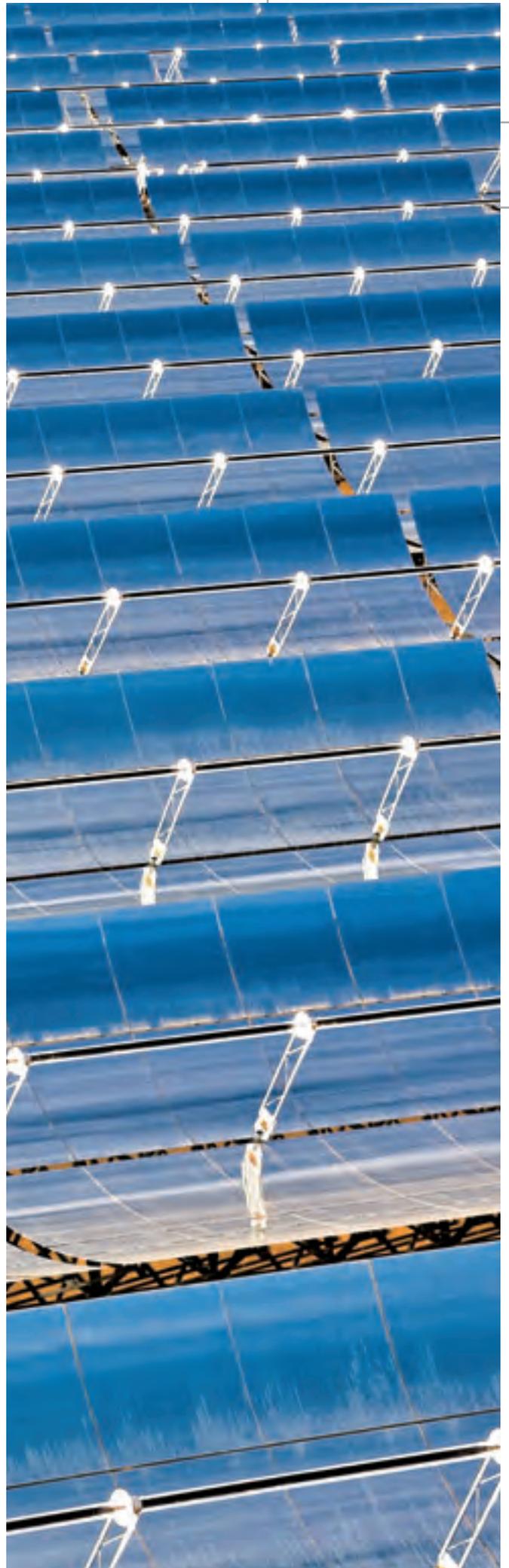
Parabolrinnen-Kraftwerke sind erprobt und zuverlässig

Kernelement eines Parabolrinnen-Kraftwerks ist das Solarfeld, das Dampf für konventionelle Dampfturbinen liefert. Es besteht aus vielen parallel angeordneten Reihen von Solarkollektoren, die in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet werden. Sie werden entsprechend dem Sonnenverlauf von Osten nach Westen nachgeführt. Die Reflektoren bestehen aus parabolisch geformten Spiegeln aus extrem transparentem, silberbeschichtetem Glas. Diese konzentrieren die einfallende solare Strahlung 80-fach auf ein in der Kollektor-Brennlinie angeordnetes Absorberrohr. Metallstruktur, Spiegelemente und Absorberrohr bilden zusammen ein hochpräzises optisches Gerät. Innerhalb des Absorberrohrs zirkuliert in einem geschlossenen Kreislauf ein Wärmeträgermedium, ein temperaturbeständiges, syntheti-

sches Öl, das auf bis zu 400 Grad Celsius erhitzt wird. Nach dem Erhitzen wird das Öl zu einem zentral gelegenen Kraftwerksblock gepumpt, wo es durch Wärmetauscher fließt. Der weitere Ablauf gleicht dem klassischen Dampfkreislauf konventioneller Kraftwerke: Der im Wärmetauscher erzeugte Dampf treibt eine Dampfturbine mit Stromgenerator an. Der Turbinendampf wird wieder zu Wasser kondensiert, so dass das Wasser dem Kreislauf zurückgeführt wird. Die Parabolrinnen-Technologie ist bisher die einzige, über einen längeren Zeitraum erprobte solare Großkraftwerkstechnologie. Die Kraftwerke haben unter den Solartechnologien einen überdurchschnittlich hohen Jahres-Wirkungsgrad und niedrige Stromgestehungskosten. Die ersten kommerziellen Parabolrinnen-Kraftwerke mit einer Gesamtkapazität von 354 MW werden bereits seit über 20 Jahren in der Mojave-Wüste in Kalifornien (USA) betrieben. Die Andasol-Kraftwerke in Südspanien sind die ersten Parabolrinnen-Kraftwerke Europas. Gemessen an ihrer Kollektorfläche sind es bis dato zugleich die größten Solarkraftwerke der Welt.

Niedrige energetische Amortisationszeit

Mit der energetischen Amortisationszeit eines Kraftwerks wird die Zeit bezeichnet, die das Kraftwerk benötigt, um die Energie zu erzeugen, die zum Bau der Kraftwerksanlage erforderlich war. Solarthermische Kraftwerke haben auch im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien mit rund fünf Monaten eine geringe Amortisationszeit. Sie liegt bei Windkraft im Bereich von 4-7 Monaten und bei Photovoltaik bei 2-5 Jahren. Außerdem zeichnen sich solarthermische Kraftwerke durch einen geringen Flächenbedarf aus – bezogen auf die pro Quadratmeter erzeugte Energiemenge.



Die ersten Parabolrinnen-Kraftwerke Europas – die größten Solarkraftwerke der Welt – Andasol 1 bis 3



Angaben zu den Andasol-Kraftwerken (Angaben pro Kraftwerk)

Lage

Projektnamen	Andasol 1, Andasol 2, Andasol 3
Standort	10 km östlich von Guadix im Gemeindebereich von Aldeire und La Calahorra in der Region Marquesado del Zenete, Provinz Granada
Gelände	ca. 195 Hektar (1300 m x 1500 m), Nord-Süd-Ausrichtung
Hochspannungsleitungszugang	Anbindung an 400 kV-Leitung bei Huéneja (ca. 7 km Entfernung)

Solarfeld

Verwendete Parabolrinnen-Technologie	Skal-ET
Solarfeldgröße	510.120 m ²
Anzahl der Parabolspiegel	209.664 Spiegel
Anzahl der Receiver (Absorberrohre)	22.464 Rohre von je 4 m Länge
Anzahl Sonnensensoren	624 Stück
Jährliche Direktnormal-Strahlung (DNI)	2.136 kWh/m ² a
Wirkungsgrad Solarfeld	ca. 70% Spitzenwirkungsgrad, ca. 50% Jahresmittel
Speicherkapazität des Wärmespeichers	28.500 t Salz für 7,5 Volllast-Stunden

Kraftwerksleistung

Turbinenleistung	49,9 MW
Jährliche Betriebsstunden	ca. 3.500 Volllaststunden
Prognostizierte-Brutto-Strommenge	ca. 180 GWh
Wirkungsgrad Gesamtanlage	ca. 28% Spitzenwirkungsgrad, ca. 15% Jahresmittel
Geschätzte Lebenserwartung	mindestens 40 Jahre

Die Andasol-Kraftwerke entstehen in der südspanischen Provinz Andalusien. Andasol 1 ist das erste Parabolrinnen-Kraftwerk Europas und das bis dato größte Solarkraftwerk der Welt, gemessen an seiner Kollektorfläche von über 510.000 Quadratmetern. Es sind an diesem Standort zunächst drei

im Wesentlichen baugleiche Kraftwerke mit jeweils 50 MW vorgesehen, die insgesamt bis zu 600.000 Menschen mit klimafreundlichem Solarstrom versorgen werden. Dadurch können pro Jahr rund 450.000 Tonnen Kohlendioxid eingespart werden.

Auszeichnung der Andasol-Kraftwerke mit dem Energy Globe Award im Europäischen Parlament

Für die Initiierung und Entwicklung der Andasol-Kraftwerke, der ersten Parabolrinnen-Kraftwerke Europas, wurde Solar Millennium im Mai 2008 mit dem Energy Globe Award in der Kategorie „Fire“ ausgezeichnet. Der weltweit renommierte Umweltpreis honoriert den innovativen Charakter der Projekte und den großen Beitrag zum Klimaschutz. Der Energy Globe Award wird in der Kategorie „Fire“ an innovative Projekte zur umweltfreundlichen Energieerzeugung vergeben. Die Verleihung fand im Rahmen einer international ausgestrahlten Fernsehgala im Plenarsaal des Europaparlaments in Brüssel statt. Die Veranstaltung erhielt besonderes Gewicht dadurch, dass alle drei europäischen Institutionen durch ihre Präsidenten vertreten waren: José Manuel Barroso (EU-Kommission), Hans-Gert Pöttering (EU-Parlament) und der slowenische Premier Janez Janša (EU-Rat). Michail Gorbatschow erhielt einen Energy Globe Award für sein Lebenswerk. Der ehemalige UN-Generalsekretär Kofi Annan und die Sängerin Dionne Warwick traten unter anderem als prominente Laudatoren auf. Seit 1999 werden mit dem Energy Globe Award internationale Projekte prämiert, die Ressourcen schonen oder erneuerbare Energien nutzen. Jährlich bewerben sich rund 800 Projekte und Initiativen um den Award in den Kategorien Erde, Feuer (Elektrizität), Wasser, Luft und Jugend.



Dr. Henner Gladen und Thomas Mayer, Vorstände der Solar Millennium AG, freuen sich über den Energy Globe Award



Der Standort

Der Standort der Andasol-Kraftwerke liegt in der Hochebene von Guadix in der südspanischen Provinz Granada innerhalb der Gemeindegrenzen von Aldeire. Die Koordinaten des Standorts sind 37°13' N; 3°04' W. Die Fläche befindet sich auf 1.090 bis 1.100 Metern über dem Meeresspiegel. Sie wurde planiert und ist frei von jeglicher Verschattung. Der Standort befindet sich direkt neben der Autobahn A92 von Guadix nach Almeria. In direkter Nachbarschaft zu den Kraftwerksstandorten befindet sich keine Wohnbebauung. Nächstegelegener Ort ist La Calahorra. Die Bodenbeschaffenheit ist laut einer geotechnologischen Studie von 2003 sehr fest.

Solare Ressourcen

Die entscheidende Grundlage für die Wirtschaftlichkeit einer Solarinvestition ist die jährlich produzierte Strommenge, die stark von den lokalen

Strahlungsressourcen bestimmt wird. Bei Parabolrinnen-Kraftwerken, also konzentrierenden solarthermischen Technologien, ist dabei die Stärke der direkten Solarstrahlung, d.h. der Strahlung, die ungestreut durch die Atmosphäre dringt, relevant.

Um die Intensität der Solarstrahlung am Standort der Andasol-Kraftwerke zu bewerten, wurden sowohl Messungen vor Ort, als auch Langzeitauswertungen von Satellitendaten herangezogen.

Zur Messung vor Ort kam eine Messstation mit einem so genannten RSP-Sensor (Rotating Shadowband Pyranometer) zum Einsatz. Das ist ein Spezialmessgerät, welches die Bestimmung der globalen wie auch der direkten Solarstrahlung erlaubt. Zusätzlich wurden mit der Meteostation Umgebungstemperatur, Luftfeuchte, Windrichtung und Windgeschwindigkeit gemessen.

Die Messgenauigkeit aller verwendeten Sensoren wurde regelmäßig durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) überprüft. Dazu wurden die Sensoren anhand einer Präzisionsmessstation kalibriert.

Die verwendete Messstation wurde von Solar Millennium speziell für die Standortqualifizierung für solarthermische Kraftwerke entwickelt. Sie zeichnet sich durch hohe Messgenauigkeit, eigen-

ständige Betriebsweise und geringen Wartungsaufwand aus. Die Einstrahlungsdaten wurden im zeitlichen Abstand von einer Minute erfasst, so dass für die Projektentwicklung sehr präzises Datenmaterial zur Verfügung stand. Meteostationen von Solar Millennium werden weltweit auch von renommierten Forschungsinstituten nachgefragt und sind inzwischen an ca. 40 Standorten in Betrieb.

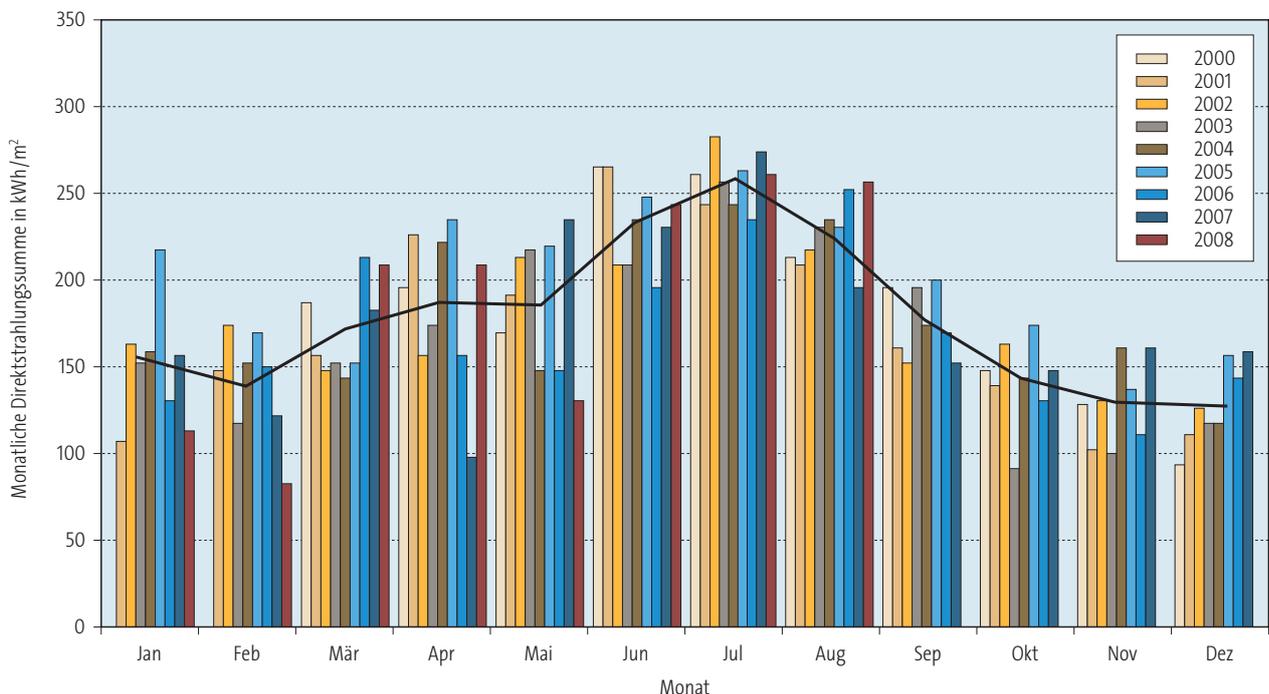
Die meteorologische Messstation am Standort Andasol ist seit März 2000 in Betrieb. Die gemessenen Einstrahlungswerte sind in der Grafik unten aufgetragen.

Zusätzlich zu den lokalen Messdaten wurden Satellitendaten herangezogen, um einen langjährigen Mittelwert der Solarstrahlung zu bestimmen. Dazu wurden Satellitendaten des DLR für den Zeitraum von 1983 bis 2001 ausgewertet und daraus die Direktstrahlung errechnet. Anhand der Satellitendaten und der lokalen Messdaten ergab sich als langjähriger Mittelwert für den Standort eine jährliche Strahlungssumme von 2.144 kWh pro Quadratmeter.

Die Messstation am Andasol Standort bleibt nach der Inbetriebnahme der Kraftwerke im Einsatz und stellt Informationen für den Betrieb zur Verfügung, so zum Beispiel zur Windgeschwindigkeit.



Bild oben: Eine Meteomesstation der Solar Millennium AG.



Wasserverfügbarkeit

Der Kraftwerksstandort zeichnet sich durch eine für spanische Verhältnisse überdurchschnittlich gute Wasserverfügbarkeit aus. Wesentlicher Grund dafür ist das den Standort umgebende Gebirge, die Sierra Nevada. Der jährliche Wasserbedarf eines Andasol-Kraftwerks gleicht in etwa dem Bedarf, der beim Anbau von Kulturpflanzen, z.B. Weizen, auf der Kraftwerksfläche entstehen würde. Er beträgt rund 870.000 m³ pro Jahr und resultiert vor allem aus der Kühlung des Dampfkreislaufs, d.h. aus der Verdampfung des Wassers in den Kühltürmen. Der Wasserbedarf wird im Wesentlichen aus dem Grundwasservorkommen über Brunnen am Standort gedeckt.

Technische Beschreibung

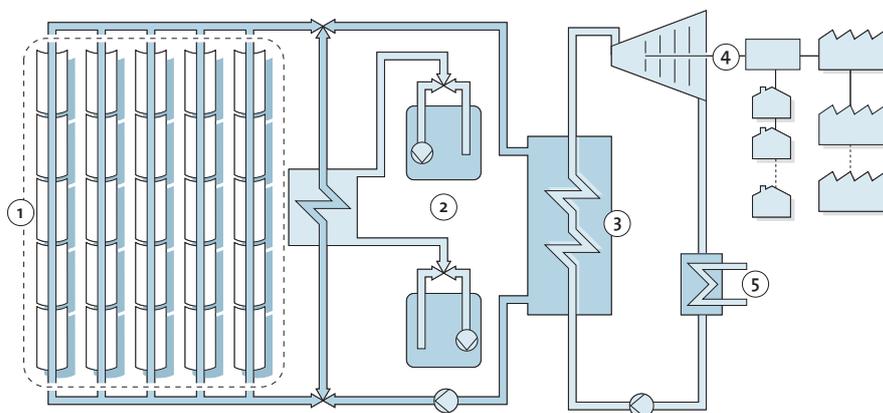
Bei einem Parabolrinnen-Kraftwerk konzentrieren die rinnenförmigen Spiegel des Solarfelds die einfallenden Strahlen 80-fach auf ein Absorberrohr in der Brennnlinie des Kollektors. In den Rohren zirkuliert in einem geschlossenen Kreislauf eine Wärmeträgerflüssigkeit, die durch die gebündelte Sonnenstrahlung auf bis zu 400 Grad Celsius erhitzt wird. Die erhitzte Flüssigkeit wird in einen zentral gelegenen Kraftwerksblock gepumpt und fließt dort durch Wärmetauscher. So wird Wasserdampf erzeugt, der wie bei konventionellen Kraftwerken eine Dampfturbine mit Stromgenerator antreibt. Durch die Integration eines Wärmespeichers kann das Kraftwerk auch nachts oder bei Bewölkung mit voller Leistung betrieben werden. Die Andasol-Kraftwerke bestehen aus einem Solarfeld, einem Wärmespeicher und einem konventionellen Kraftwerksteil.

Im Solarfeld wird die Sonnenstrahlung in Wärmeenergie umgewandelt

Das Solarfeld eines Andasol-Kraftwerks ist 510.120 Quadratmeter groß. Die Parabolrinnen sind in 312 Kollektorreihen angeordnet, die über Rohrleitungen verbunden sind. Die Reihen sind in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet und werden entsprechend dem Sonnenverlauf von Osten nach Westen nachgeführt. Eine Reihe besteht aus zwei Kollektoreinheiten. Jede Kollektoreinheit verfügt über einen eigenen Sonnensensor und einen hydraulischen Antrieb, was die Nachführung der Spiegel je nach Sonnenstand ermöglicht. Die Kollektoreinheiten bestehen jeweils aus 12 Kollektoren mit je 12 m Länge und 6 m Breite. Jeder Kollektor besteht aus 28 Spiegeln und 3 Absorberrohren. Für ein Kraftwerk der Andasol-Bauart werden 7.488 Kollektoren benötigt. Diese Kollektoren werden in einer eigens dafür errichteten Montagehalle von Fachkräften montiert und anschließend photographisch auf ihre Genauigkeit überprüft, bevor sie auf das Feld gebracht und dort verankert werden.

Wirkungsgrad

Solarfeld	
Spitzenwirkungsgrad	ca. 70%
Jahresmittel	ca. 50%
Turbinenkreislauf	
Spitzenwirkungsgrad	ca. 40%
Jahresmittel	ca. 30%
Gesamtanlage	
Spitzenwirkungsgrad	ca. 28%
Jahresmittel	ca. 15%



1. Solarfeld, 2. Speicher, 3. Wärmetauscher, 4. Dampfturbine und Stromgenerator, 5. Kondensator

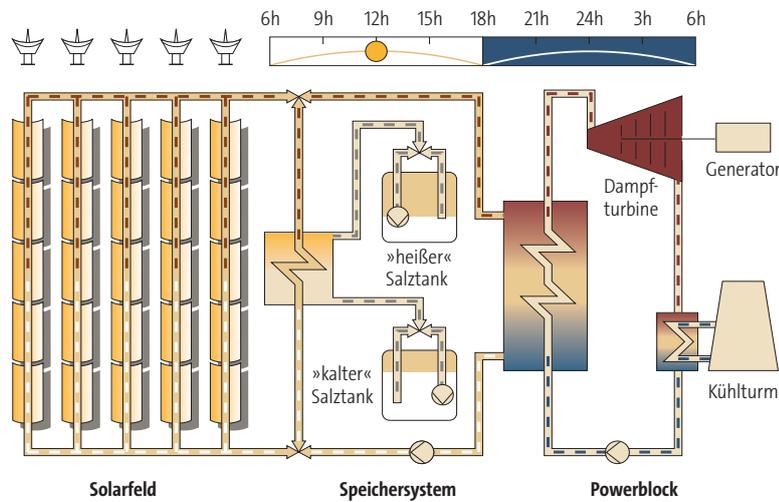
Die angegebenen Wirkungsgrade wurden ermittelt, indem man Messergebnisse aus den kalifornischen Kraftwerken mit den spanischen Einstrahlungswerten kombiniert hat. Überprüft wurden diese Berechnungen sowohl von einem unabhängigen Ingenieurbüro im Auftrag des Generalunternehmers als auch im Rahmen der technischen Prüfung durch die projektfinanzierenden Banken.

Thermische Speicher ermöglichen planbare Stromproduktion

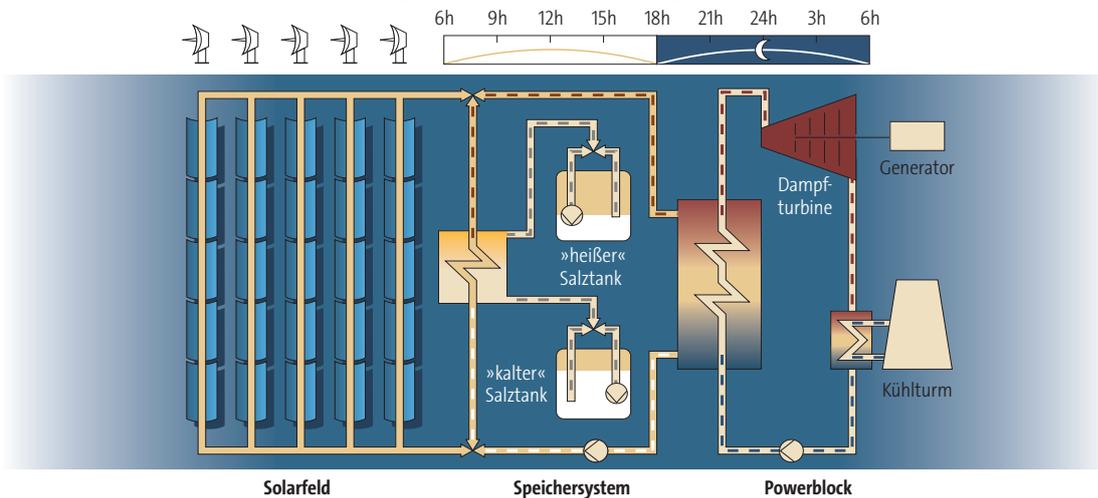
Ein Teil der im Solarfeld erzeugten Wärme wird bei den Andasol-Kraftwerken nicht an den Dampfkreislauf abgegeben, sondern in flüssigem Salz gespeichert. Eine Mischung aus rund 28.500 Tonnen Kalium-Natrium-Nitratsalzen wird tagsüber bei Sonnenschein erhitzt und kann nachts oder bei Be-

wölkung die für den Kraftwerksbetrieb benötigte Wärme bereitstellen. Dazu nimmt das Flüssigsalzgemisch mit einer Ausgangstemperatur von ca. 290 Grad Celsius zusätzliche Wärme auf, so dass es auf ca. 390 Grad Celsius erhitzt wird. Für die Speicherung existieren zwei Tanks pro Kraftwerk, die dem Prinzip einer Thermoskanne ähneln und das Salz über mehrere Wochen hinweg warm halten können. Ein voller Salzspeicher kann die Kraftwerksturbine etwa 7,5 Stunden betreiben. Damit ist in den Sommermonaten ein nahezu 24-stündiger Betrieb der Kraftwerke möglich. Um die Wärmespeicher aufzuladen und gleichzeitig die Turbine betreiben zu können, ist das Solarfeld im Vergleich zu einem Kraftwerk ohne Speicher wesentlich größer ausgelegt. Die jährlichen Betriebsstunden des Solarkraftwerks unter Volllast können dadurch nahezu verdoppelt werden.

Der thermische Speicher wird tagsüber aufgeladen.



Nachts kann das Kraftwerk mit der gespeicherten Energie betrieben werden.





Mehr als zwei Jahrzehnte Erfahrungen mit der Technologie in Kalifornien

In Kalifornien wurden zwischen 1984 und 1990 neun Parabolrinnen-Kraftwerke (SEGS I-IX) mit einer Gesamtleistung von 354 MW gebaut. Bisher erzeugten diese neun Kraftwerke über 12.000 GWh Strom und haben über 2 Mrd. US-Dollar an Vergütungen durch die Einspeisung in das kalifornische Stromnetz erlöst. Diese Strommenge stellt einen wichtigen Anteil des bisher auf der Welt erzeugten Solarstroms dar. Der Rest wurde von hunderttausenden Photovoltaik-Anlagen produziert. Die Kraftwerke in der kalifornischen Mojave-Wüste haben eine langfristige Verfügbarkeit von rund 99% nachgewiesen. Auch die Haltbarkeit der Komponenten und die geringen Betriebs- und Wartungskosten konnten hier langjährig unter Beweis gestellt werden. Sie sind bis zum heutigen Tag erfolgreich in Betrieb. Der Zustand der Kraftwerke ist auch nach über zwanzig Jahren einwandfrei, so dass die Kraftwerksbetreiber noch von einer sehr langen Nutzungsdauer dieser Kraftwerke ausgehen (siehe Bild oben). Solar Millennium standen Betriebsdaten und -erfahrungen bei der Konzeptionierung der Andasol-Kraftwerke zur Verfügung. Diese Daten wurden ergänzt durch Ergebnisse eines Langzeittests unter Konsortialführerschaft von Solar Millennium: In einem der kalifornischen

Kraftwerke wurden zwei Reihen mit weiter entwickelten Kollektoren aufgebaut, die seit 2003 im kommerziellen Betrieb qualifiziert wurden.

Größe

Die Andasol-Kraftwerke haben eine Fläche von jeweils 195 Hektar (rund zwei Quadratkilometer). Das Solarfeld besteht pro Kraftwerk aus 312 Kollektorreihen mit einer Kollektorfläche von jeweils 510.120 Quadratmetern (Aperturfläche). Dies entspricht ungefähr der Fläche von 70 Fußballfeldern. Rund 90 Kilometer Absorberrohre und gebogene Spiegel mit einer Gesamtgröße von 580.500 Quadratmetern kommen zum Einsatz. Die größere Spiegelfläche im Vergleich zur Aperturfläche der Kollektoren ergibt sich aus der Krümmung der Spiegel. Die Andasol-Kraftwerke sind im Wesentlichen baugleich.

Kollektor

Spiegel und Absorberrohre sind auf einer stählernen Trägerkonstruktion hoch präzise montiert und bilden mit ihr zusammen den Kollektor. Die Trägerkonstruktion ist über Stahlpylone im Boden verankert. Durch einen hydraulischen Antrieb können die 150 Meter langen Kollektorstränge mit einer Genauigkeit von Zehntelmillimetern dem Ost-West-Tagesverlauf der Sonne einachsigt nachgeführt werden.

Die Kollektoren werden vom Kontrollraum des Kraftwerks aus computergesteuert. Dabei werden Informationen von jeder einzelnen Kollektoreinheit übermittelt. Die Ausrichtung bei Sonnenaufgang und -untergang erfolgt automatisch. Für die exakte Steuerung der Sonnennachführung jeder Kollektoreinheit sorgen 624 Sensoren im Solarfeld. Sie wurden vom Kölner Technologieunternehmen Flagsol GmbH entwickelt und geliefert, das auch Auslegung und Bauüberwachung des Solarfelds durchführt.

Die Kollektoren wurden so ausgelegt, dass sie auch extremen Wetterbedingungen standhalten.

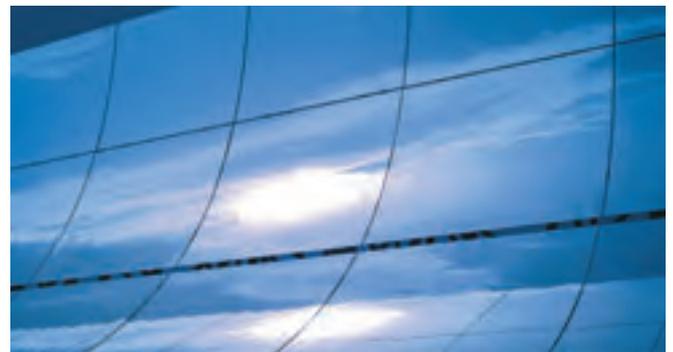
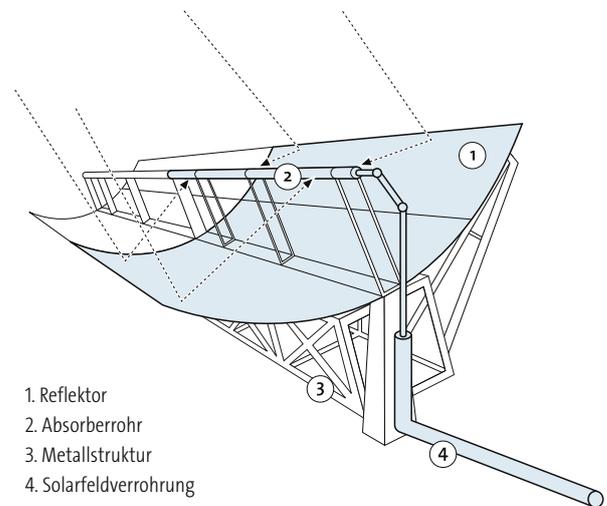
Bis zu einer Windgeschwindigkeit von 13,6 m/s (rund 49 km/h) kann das gesamte Solarfeld regulär betrieben werden. Bei höheren Windgeschwindigkeiten werden je nach Windrichtung Teile der Kollektoren in eine windgeschützte Schlafstellung gefahren, bei Sturm, d.h. Windgeschwindigkeiten von über 20 m/s (rund 72 km/h), wird der Kraftwerksbetrieb eingestellt. Am Andasol-Standort wurden in weniger als 0,3% der gesamten Tageszeit im Zeitraum der Jahre 2000 bis 2007 Windgeschwindigkeiten von über 14,5 m/s (rund 52 km/h) gemessen.

Weiterentwickelte Kollektoren

Die Technologie für die Andasol-Kraftwerke wurde in den kalifornischen SEGS-Kraftwerken am Standort Kramer Junction getestet. Etwa 4.000 Quadratmeter der weiterentwickelten Skal-ET-Kollektoren, die in Andasol zum Einsatz kommen, wurden im laufenden Betrieb in einem der Kraftwerke (SEGS V) eingebaut. Eine Langzeitstudie kam zu dem Ergebnis, dass die Skal-ET-Kollektoren einen um 10 % höheren Wirkungsgrad aufweisen als vorherige Kollektorgenerationen.

Präzise Kollektormontage

Die exakt durchgeführte Kollektormontage ist entscheidend für die Effizienz des Solarfelds. In einer Montagestraße werden die Parabolspiegel und die Halterungen für die Absorberrohre an der Trägerstruktur aus Stahl befestigt. Am Ende der Montagestraße wird in einer photogrammetrischen Einrichtung die optische Präzision der Kollektoren überprüft.





Turbinen

Turbine, Generator und Anlagenperipherie sind konventionelle Kraftwerkskomponenten, wie sie auch in fossil befeuerten Kraftwerken zum Einsatz kommen. Die Turbine eines Andasol-Kraftwerks hat eine Leistung von 50 Megawatt und ist für den zuverlässigen Betrieb des Kraftwerks bei täglichem Hoch- und Herunterfahren ausgelegt. Die Turbinen für Andasol 1 und 2 wurden von Siemens in Schweden gefertigt. Die Turbine für Andasol 3 wird von MAN Turbo geliefert.

Absorberrohre

Absorberrohre wurden speziell für die Anwendung in Parabolrinnen-Kraftwerken konzipiert. Sie nehmen die von den Spiegeln reflektierte Sonnenstrahlung auf, leiten die erzeugte Wärmeenergie durch eine im Inneren fließende Wärmeträgerflüssigkeit weiter und geben sie anschließend an den Dampfkreislauf ab.

Die Absorberrohre der Andasol-Kraftwerke kommen von der Schott Solar AG, Mainz, und von der Solel Solar Systems Ltd. (Israel). Solel hat langjährige Erfahrungen bei der Fertigung von Absorberrohren und lieferte bereits die Absorberrohre für die Ende der 1980er Jahre errichteten Parabolrinnen-Kraftwerke in Kalifornien. Schott hat in

den letzten Jahren ebenfalls Absorberrohre für Parabolrinnen-Kraftwerke entwickelt. Einsatzfähigkeit und Qualität werden seit 2003 in einem unter Führung der Solar Millennium AG errichteten Demonstrations-Kollektorstrang in Kalifornien erfolgreich nachgewiesen. Die von Schott gelieferten Absorberrohre wurden in Mitterteich (Bayern) gefertigt. Für den direkten Übergang zwischen Glas und Metall entwickelte Schott ein neues Spezialglas, das das gleiche Ausdehnungsverhalten aufweist wie das verwendete Metall. Damit halten die Absorberrohre den Temperaturwechseln zwischen kühler Nacht und Erhitzung am Tag zuverlässig stand.

Die Konstruktion des Absorberrohrs gestattet eine maximale Absorption der Sonnenstrahlung und eine gleichzeitige Minimierung der Wärmehückstrahlung des erhitzten Metallrohrs. Ein Absorberrohr ist vier Meter lang und besteht aus einem mehrfach selektiv beschichteten Edelstahlrohr, welches laut Schott Solar einen Absorptionsgrad von 95 % aufweist und bei einer Temperatur von ca. 400 Grad Celsius maximal 14 % Wärmestrahlung emittiert. Das Stahlrohr wird von einem vakuumisolierten konzentrischen Hüllrohr aus Borosilikatglas mit Antireflexbeschichtung umgeben, die für über 96 % der Sonnenstrahlung durchlässig ist.

Pro Kraftwerk kommen rund 22.500 Absorberrohre zum Einsatz. Herausforderung für die Haltbarkeit der Rohre ist dabei die Verbindung zwischen Stahl und Hüllrohr, die das dazwischen liegende Vakuum versiegelt. Die unterschiedliche thermische Ausdehnung des Stahlrohrs und der Glashülle wird durch einen Metallfaltenbalg kompensiert.

In den Rohren zirkuliert ein Wärmeträgermedium, das so genannte Heat-Transfer-Fluid (HTF). Es wird durch die eingefangene Sonnenstrahlung erhitzt, fließt im Kraftwerksblock durch Wärmetauscher und erzeugt so den Turbinendampf. Die Flüssigkeit wird nach der EU-Gefahrenrichtlinie 67/548/EWG als nicht gefährlich eingestuft.

Parabolspiegel

Die Parabolspiegel bestehen aus vier Millimeter dickem, silberbeschichtetem, gebogenem Weißglas. Die Silberschicht ist zusätzlich mit weiteren Schutzschichten überzogen. Die Spiegel werden dem Sonnenstand nachgeführt und reflektieren die Sonnenstrahlung auf das Absorberrohr.

Die Parabolspiegel für die Andasol-Kraftwerke 1 und 2 wurden von der deutschen Flabeg-Gruppe im Werk Furth im Wald (Bayern) gefertigt und geliefert. Sie verfügen laut Herstellerangaben über einen Reflektionsgrad von rund 93%. Zum Einsatz kommen Spiegel vom Typ RP-3 mit zwei verschiedenen Spiegelgrößen für die innen bzw. außen im Kollektor montierten Spiegel mit einer Fläche von 2,79 bzw. 2,55 Quadratmetern pro Spiegel. In den Kollektoren kommen insgesamt pro Kraftwerk 209.664 Spiegel zum Einsatz. Die Biegung der Spiegel wird per Laserscan an ca. 1.000 Messpunkten pro Spiegel überprüft.

Die Spiegel werden jeweils an vier Punkten auf der Stahlstruktur verankert. Spiegel, Befestigungen und Kleber verfügen über dieselben Ausdehnungskoeffizienten. Dies garantiert Langlebigkeit selbst bei extremen Temperaturschwankungen. Die Befestigungselemente sind aus einer Sonderkeramik gefertigt, verfügen über eine extrem hohe mechanische Festigkeit und sind korrosionsfrei. Flabeg hat bereits die Parabolspiegel für die bestehenden Anlagen in der Mojave-Wüste in Kalifornien geliefert. Aktuelle Messungen zeigen, dass nach über zwei Jahrzehnten kaum Qualitätseinbußen nachweisbar sind. Die Spiegel für Andasol 3 werden von Rioglass Solar S.A., Mieres/Asturias (Spanien) produziert.

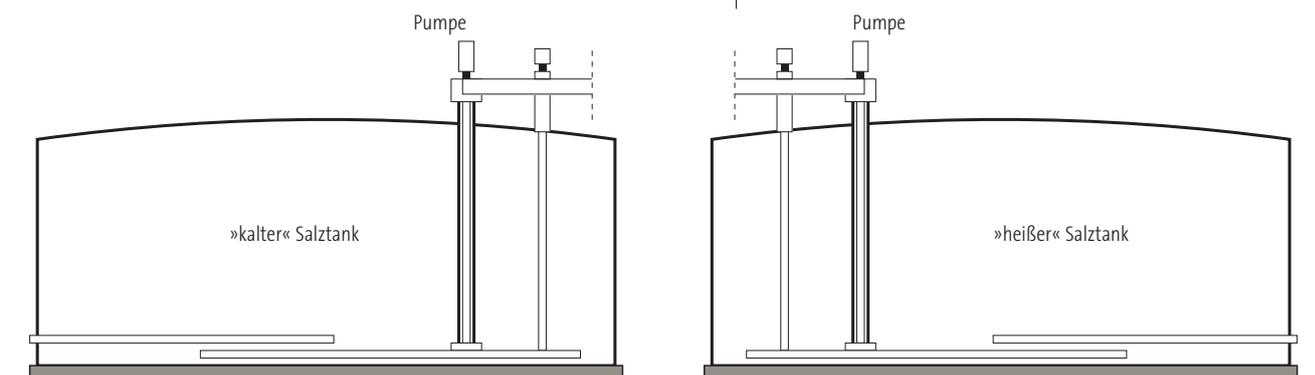




Speicher

Die Andasol-Kraftwerke verfügen über thermische Speicher, mit dem die Kraftwerke planbar, also auch bei Bewölkung oder nach Sonnenuntergang betrieben werden. Die dazu benötigte Wärme wird in einem Flüssigsalzgemisch aus 60 % Natriumnitrat (NaNO_3) und 40 % Kaliumnitrat (KNO_3) gespeichert. Beide Stoffe kommen unter anderem als Dünger sowie zur Konservierung bei der Lebensmittelproduktion zum Einsatz. Die Flüssigsalzspeicher arbeiten bei Atmosphärendruck und bestehen pro Kraftwerk aus zwei Tanks von 14 m Höhe und 36 m Durchmesser. Beim Umpumpen vom „kalten“ in den „heißen“ Tank nimmt das Flüssigsalzgemisch bei einer Ausgangstemperatur von ca. 290 Grad Celsius zusätzliche Wärme auf,

so dass es auf ca. 390 Grad Celsius erhitzt wird. Ein voller Speicher kann die Turbine ca. 7,5 Stunden betreiben. Salzschnmelzen werden seit 60 Jahren in verschiedenen Industriezweigen, z. B. bei der Galvanisierung, eingesetzt. Über 3.000 Anlagen, die mit Salzschnmelzen arbeiten, wurden seitdem in Betrieb genommen. Als Referenzprojekt für das Design der Wärmespeicher in den Andasol-Kraftwerken diente das Demonstrationskraftwerk Solar Two in Barstow, Kalifornien, das mit einem kleineren Speicher des gleichen Salzschnmelzgemischs ausgestattet war. Beim Rückbau der Kraftwerke am Ende der Laufzeit können die Salze wieder auskristallisiert werden und in ihrer Rohform für andere Zwecke weiter verwendet werden, beispielsweise in der Landwirtschaft.

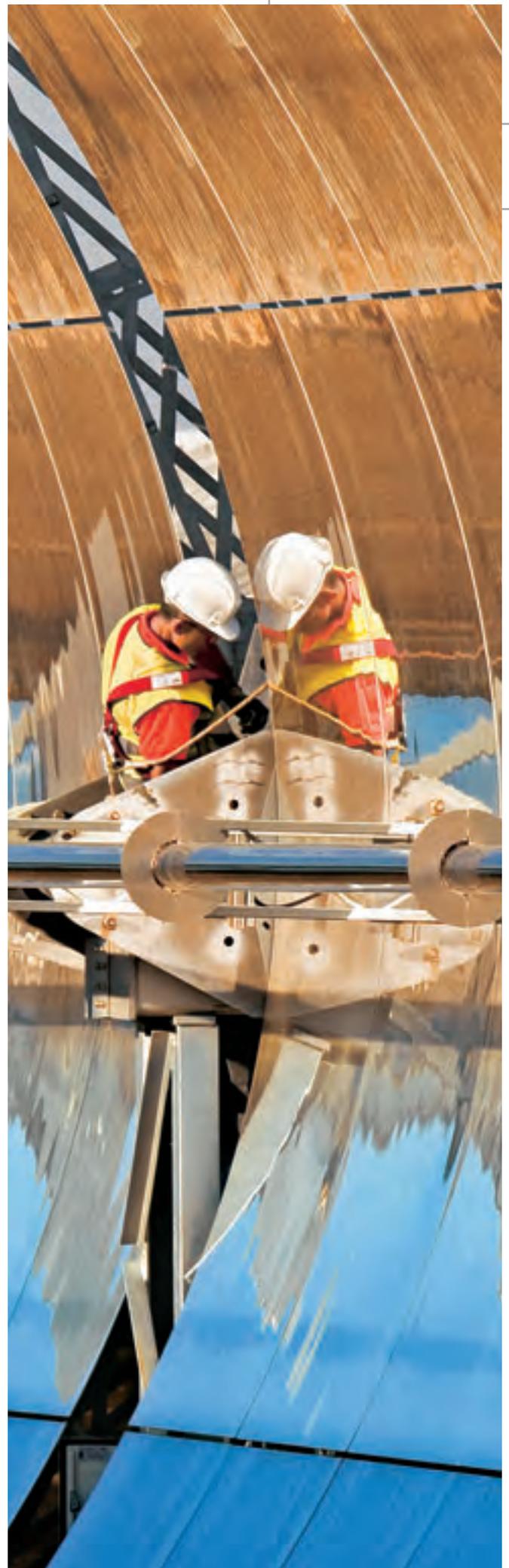


Einspeisepunkt

Die thermischen Speicher ermöglichen den Andasol-Kraftwerken, Strom planbar ins spanische Hochspannungsnetz einzuspeisen. Andere erneuerbare Energien, zum Beispiel Windenergie, können Strom nicht planbar liefern und erfordern somit Reservekraftwerke, um die Stromnetze stabil zu halten. Der Zugang dieser nicht planbaren Energieformen zum spanischen Hochspannungsnetz ist daher entsprechend limitiert. Um diesem Vorteil solarthermischer Kraftwerke Rechnung zu tragen, stuft der nationale spanische Netzbetreiber Red Eléctrica de España (REE) die Andasol-Kraftwerke als Kraftwerke mit „vorhersehbarer Energieerzeugung“ ein. Dies hat nicht nur die Erteilung der Genehmigung für den Zugang zum Hochspannungsnetz erleichtert, sondern ermöglicht auch, dass durch die stabilisierende Wirkung solarthermischer Kraftwerke im Netz der Mix erneuerbarer Energien insgesamt erhöht werden kann. Für die Stromeinspeisung wurde in der Nähe des Ortes Huéneja, rund sieben Kilometer südöstlich des Kraftwerksstandorts, eine Umspannstation errichtet.

Einspeiseverträge

Der von den Andasol-Kraftwerken erzeugte Strom wird vom spanischen Energieversorger Endesa abgenommen, wie im spanischen Einspeisegesetz geregelt. Demnach dürfen die Kraftwerke jeweils Strom bis zu einer Leistung von 50 MW ins Netz einspeisen. Die Einspeise-Verträge umfassen die allgemeinen technischen Normen und Bedingungen sowie die Ausführungen zur Programmierung und Nachsorge der Elektrizitätserzeugung.



Rahmenbedingungen in Spanien

Spanien ist in hohem Maß von Energieimporten abhängig. Erdöl und Gas müssen fast vollständig und Kohle zu rund 70% importiert werden. Eine klimafreundliche und darüber hinaus kostenlose Energiequelle gibt es dagegen im Überfluss: die Sonne. Der Förderplan der spanischen Regierung „Plan de Fomento de Energías Renovables (PER)“ sieht für den Zeitraum bis 2010 einen Ausbau der solarthermischen Kraftwerksleistung auf 500 MW vor. Das spanische Industrie- und Energieministerium will die von solarthermischen Kraftwerken erzeugte Strommenge bis 2016 auf rund 4.000 GWh anheben – das entspricht der Stromproduktion von rund 26 Andasol-Kraftwerken.

Gesetzlich garantierte Einspeisevergütung für solarthermischen Strom

Spanien fördert, ähnlich wie Deutschland, durch Einspeisevergütungen erneuerbare Energien, insbesondere auch die solare Energiegewinnung. Diese Vergütungsregelungen beruhen auf dem Gesetz 54/1997 vom 27. November 1997 über die Elektrizitätsbranche. Dieses Gesetz wird durch Ausführungsbestimmungen in Form von Königlichen Dekreten spezifiziert, zuletzt durch das Königliche Dekret 661/2007. Für solarthermische Kraftwerke gibt es eigene Einspeiseregulungen, die sich von den Vergütungsvorgaben für Photovoltaik-Anlagen unterscheiden.

Die Förderung solarthermischer Kraftwerke ist explizit bis zu einer Nennleistung von 50 MW pro Kraftwerk vorgesehen. Aufgrund der staatlich garantierten Vergütungsregelung ist Spanien momentan einer der attraktivsten Märkte zur Realisierung solarthermischer Kraftwerke.

Anders als in Deutschland kann der Betreiber einer Anlage zwischen zwei Einspeiseregulungen jährlich neu wählen. Er kann sich für die Möglichkeit entscheiden, seinen Strom zu einem festen Tarif abzugeben, also einem Tarif, der zu allen Zeiten während eines Jahres konstant bleibt, oder für die Möglichkeit, die erzeugte Energie direkt am Tagesmarkt, am Terminmarkt oder über einen bilateralen Vertrag zu verkaufen. Wählt der Betreiber die zweite Variante, erhält er sowohl den am Markt verhandelten Preis als auch eine zusätzliche Prämie.

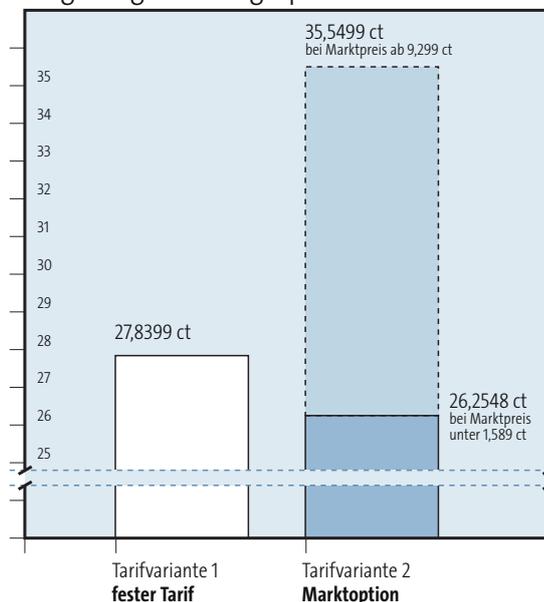
Variante 1 (fester Tarif):

Solarthermisch erzeugter Strom erhält eine Einspeisevergütung von EUR 0,278399 pro kWh*.

Variante 2 (Marktoption):

Solarthermischer Strom erhält den Marktpreis, der in den Jahren 2001 bis 2007 bis zu EUR 0,15841 pro kWh für den Stundenstrompreis auf dem Spotmarkt in Spanien betrug, plus eine zusätzliche Prämie in Höhe von EUR 0,262509 pro kWh*. Die daraus resultierende Gesamtvergütung ist auf maximal EUR 0,355499* beschränkt. Gleichzeitig wird eine minimale Gesamtvergütung von EUR 0,262548* garantiert. Bei der Marktoption besteht die Chance deutlicher Mehreinnahmen durch die Produktion von hoch vergütetem Spitzenlaststrom. Diese Option ist interessant, sobald ausreichende Erfahrungswerte aus dem laufenden Kraftwerksbetrieb sowie Prognosesicherheit bezüglich der Solarstrahlung vorhanden sind (siehe unten und oben stehende Grafiken).

Vergütung einer eingespeisten kWh*



* Die genannten Zahlen entsprechen der Einspeisevergütung im Jahr 2008, die im Dokument „Orden ITC/3860/2007“ vom 28.12.2007 festgelegt ist. Dieses jährlich aktualisierte Dokument beinhaltet neben der im Real Decreto 661/2007 festgelegten Vergütung zusätzlich den im Real Decreto vorgesehenen Inflationsausgleich.

Der spanische Verbraucherpreisindex IPC ist die Basis für die Anpassung der Einspeisevergütung.

2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Durchschnitt 2000 - 2007
3,7%	3,1%	3,7%	2,3%	4,1%	4,2%	2,4%	4,3%	3,5%

Quelle: Instituto Nacional de Estadística

Die Vergütung (Preis pro Kilowattstunde beim festen Tarif und die Prämie bei der Marktoption) ist gesetzlich 25 Jahre lang garantiert. Nach 25 Jahren reduziert sich die Einspeisevergütung auf 80% der dann geltenden Vergütung.

Die gesetzlich garantierte Einspeisevergütung wird in Spanien der jährlichen Inflationsrate auf der Basis des spanischen Verbraucherpreisindex IPC (Indice de Precios al Consumo) angepasst. Bis zum 31. Dezember 2012 werden bei dieser Anpassung 0,25 Prozentpunkte von der jeweiligen jährlichen Änderung des IPC abgezogen, anschließend jeweils 0,50 Prozentpunkte.

Weitere Rahmenbedingungen zur Einspeisung

Durchschnittlicher Spotmarktpreis in Spanien



** Der stündliche Spotmarktpreis (hier der Durchschnittspreis der letzten 12 Monate) ist nur für die Variante 2 (Marktoption) relevant. Quelle: Operador del Mercado Ibérico de Energía – Polo Español, S.A. (OMEL).

Die Leitlinien der spanischen Förderpolitik sind im politischen Förderplan „Plan de Fomento de Energías Renovables (PER) 2005-2010“ festgelegt. Für solarthermische Kraftwerke ist bis dahin die Förderung des Ausbaus von 500 Megawatt (MW) vorgesehen. Für den Folgezeitraum (2011-2020) ist seit 2008 ein neuer Plan für erneuerbare Energien in Vorbereitung. Er soll die Entwicklung der spanischen Energienachfrage berücksichtigen sowie das Entgeltsystem für neue Projekte überprüfen. Für alle solarthermischen Kraftwerke, die derzeit in Spanien ans Netz gehen, also beispielsweise auch für Andasol 1, gilt das Königliche Dekret 661/2007 bzw. der PER 2005-2010 für die gesamte Laufzeit der Anlagen.

Projektpartner



Projektentwickler: Solar Millennium AG

Die Andasol-Kraftwerke wurden von der Solar Millennium AG initiiert und entwickelt. Das global tätige Unternehmen ist im Bereich erneuerbarer Energien mit dem Schwerpunkt auf solarthermischen Kraftwerken im Leistungsbereich von 50 MW bis 250 MW tätig. Das Unternehmen wurde 1998 gegründet und ist seit 2005 an den Freiverkehrssegmenten der Börse München und Frankfurt sowie den Börsenplätzen Berlin und Stuttgart und im elektronischen Handelssystem Xetra gelistet. Zusammen mit den Tochtergesellschaften hat sich Solar Millennium auf Parabolrinnen-Kraftwerke spezialisiert. Dabei werden alle wichtigen Geschäftsfelder entlang der Wertschöpfungskette solarthermischer Kraftwerke von der Projektentwicklung über die Technologie, den schlüsselfertigen Bau der Anlagen bis hin zum Betrieb und Kraftwerksbesitz abgedeckt. So ist z.B. die Technologietochter Flagsol für die gesamte ingenieurtechnische Auslegung, Planung und Bauaufsicht des Solarfelds zuständig.

Alle vorbereitenden Arbeiten im Rahmen der Projektentwicklung, wie die Standortsuche und -bewertung, die Sicherung von Land und Rechten, Einspeisung und Vergütungen sowie sämtliche Genehmigungsverfahren und Vertragsverhandlungen werden vor Ort von Projektentwicklungsunternehmen vorgenommen.

In Spanien ist dafür das Tochterunternehmen Milenio Solar Desarrollo de Proyectos S.L. mit Sitz in Madrid zuständig. Um eine bürgernahe Projektentwicklung zu gewährleisten, verfügt Milenio Solar auch über ein Büro mit lokalen Mitarbeitern in der Gemeinde Aldeire, in der die Kraftwerke entstehen. Mit Andasol 1 hat Solar Millennium das erste Parabolrinnen-Kraftwerk Europas entwickelt. Neben den Schwesterprojekten Andasol 2 und Andasol 3 sind weitere Projekte mit einer Leistung von über 2000 Megawatt weltweit in Entwicklung. Regionale Schwerpunkte sind derzeit Spanien, USA, China und Nordafrika. In Ägypten ist die Solar Millennium Gruppe am Bau der Parabolrinnen-Anlage eines Hybridkraftwerks beteiligt, also eines Kraftwerks, das sowohl Erdgas als auch Sonnenenergie zur Stromerzeugung nutzt.

Im Jahr 2003 übernahm die ACS/Cobra Gruppe Anteile an der Kraftwerksgesellschaft Andasol 1 Central Termosolar Uno, S.A. von der Solar Millennium AG, im Jahre 2005 an der Kraftwerksgesellschaft Andasol 2 Central Termosolar Dos, S.A. Danach wurde jeweils die Projektentwicklung der Kraftwerke im Auftrag der Kraftwerksgesellschaft durch Milenio Solar Desarrollo de Proyectos, S.L. übernommen.

Generalunternehmer:

Für den Bau von Andasol 1 und 2 zeichnet eine Arbeitsgemeinschaft verantwortlich, die zu 80 % von Cobra Instalaciones y Servicios S.A. und zu 20 % von Sener Ingeniería y Sistemas, S.A. gebildet wird. Für den Bau von Andasol 3 lässt Solar Millennium über das Tochterunternehmen Marquesado Solar S.L., die Projektgesellschaft von Andasol 3, die sogenannten Early Works durch eine Arbeitsgemeinschaft durchführen, die von der MAN Solar Millennium GmbH, Essen, und dem spanischen Anlagebauunternehmen Duro Felguera S.A. Energía, Gijón (Spanien), gebildet wird. Die Arbeitsgemeinschaft soll unter Federführung der MAN Solar Millennium GmbH das Solarkraftwerk bis Anfang 2011 schlüsselfertig errichten.

– Cobra Instalaciones y Servicios S.A.

Die Cobra Instalaciones y Servicios S.A. gehört zur Cobra Gruppe, die Teil des spanischen Baukonzerns ACS (Actividades de Construcción y Servicios S.A.) ist. Die ACS Gruppe hat ihren Sitz in Madrid und gehört mit beinahe 125.000 Beschäftigten und einem Umsatz von über 20 Mrd. Euro zu den drei größten Baukonzernen Europas. Die ACS Gruppe verantwortet große Infrastrukturprojekte wie Autobahnen, Eisenbahntrassen, Hafenanlagen, Flughäfen und Kraftwerke in allen Leistungsbe-
reichen. Die Cobra Gruppe hält an Andasol 1 und 2 derzeit einen Anteil von 75 % des Eigenkapitals und verantwortet den Bau dieses Kraftwerks federführend.

– Sener Ingeniería y Sistemas, S.A.

Sener Ingeniería y Sistemas, S.A. mit Sitz in Las Arenas (Spanien), ist ein spanisches Ingenieur-dienstleistungs- Unternehmen, das unter anderem in den Bereichen Luft- und Raumfahrt, Schifffahrt, Energie- und Verfahrenstechnik und Kraftwerks-entwicklung tätig ist.

– MAN Solar Millennium GmbH

Die MAN Solar Millennium GmbH ist ein Gemein-schaftsunternehmen der MAN Ferrostaal AG und der Solar Millennium AG zur Projektentwicklung, Finanzierung und zum schlüsselfertigem Bau von solarthermischen Großkraftwerken von 20 bis 250 Megawatt. Beide Unternehmen halten am Gemeinschaftsunternehmen jeweils 50 Prozent. MAN Solar Millennium profitiert von den Kom-petenzen seiner Mutterhäuser: MAN Ferrostaal bringt Erfahrung als Generalunternehmer und Anlagenbauer ein sowie die im internationalen Geschäft notwendige finanzielle Stärke. Solar Millennium bringt als Technologiegeber eine heute schon kommerziell nutzbare Technologie sowie Erfahrung in der Entwicklung und Reali-sierung von Solarkraftwerken in das Gemein-schaftsunternehmen ein. Sie ist zusammen mit ihrer hundertprozentigen Tochtergesellschaft Flagsol GmbH Technologiegeber für Parabol-rinnen-Kraftwerke, eine erprobte und zuverlässige Technologie, in der das Unternehmen welt-weit eine Spitzenposition einnimmt.

– Duro Felguera S.A. Energía

Die Duro Felguera Gruppe hat sich unter anderem auf schlüsselfertige Projekte im Energiesektor spezialisiert. Mit nahezu 150 Jahren Erfahrung in verschiedenen Industriebereichen entwickelt das Unternehmen derzeit integrierte Projekte für Gas- und Dampfkraftwerke, Industrieanlagen und Brennstoffspeicher. Duro Felguera übernimmt dabei den kompletten Projektablauf: Das Unter-nehmen ist Generalunternehmer und übernimmt darüber hinaus auch Bau, Inbetriebnahme und Betrieb der Anlagen.

Engineering:

Für den konventionellen Kraftwerksteil mit Turbine, Generator und Anlagenperipherie zeichnet bei Andasol 1 und 2 die Sener Ingeniería y Sistemas, S.A. verantwortlich. Das Engineering für das Solarfeld wurde von der Flagsol GmbH in Köln geliefert. Flagsol ist eine 100-prozentige Tochter der Solar Millennium AG. Das Arbeitspaket umfasste die Auslegung und Planung des Solarfelds wie auch die Bauüberwachung. Außerdem lieferte Flagsol die Hard- und Software für die Solarfeldsteuerung. Ein Teil der Mitarbeiter bringt Erfahrungen aus Realisierung und Betrieb der ersten Parabolrinnen-Kraftwerke in Kalifornien in den 1980er Jahren mit. Das Unternehmen entwickelt die Kollektoren für Parabolrinnen-Kraftwerke laufend weiter. Auch für Andasol 3 verantwortet Flagsol die technologische Auslegung des Solarfelds (Stand: Februar 2009).

Kraftwerkseigentümer:

Kraftwerkseigentümer von Andasol 1 ist die Andasol 1 Central Termosolar Uno, S.A. mit Sitz in Aldeire (Spanien). Gesellschafter dieser Kraftwerksgesellschaft sind mit einem Aktienanteil von 75 % die Cobra Sistemas y Redes, S.A. mit Sitz in Madrid, ein Unternehmen der ACS/Cobra Gruppe, und mit 25 % die Solar Millennium Verwaltungs GmbH.

Kraftwerkseigentümer von Andasol 2 ist die Andasol 2 Central Termosolar Dos, S.A. mit Sitz in Aldeire (Spanien). Gesellschafter dieser Kraftwerksgesellschaft sind ebenfalls mit einem Aktienanteil von 75% die Cobra Sistemas y Redes, S.A. und mit 25% die Solar Millennium Verwaltungs GmbH. Die Solar Millennium Verwaltungs GmbH mit Sitz in Erlangen wurde am 23.09.1998 gegründet.

Kraftwerkseigentümer von Andasol 3 ist die Marquesado Solar S.L. (Spanien), eine hundertprozentige Tochter der Solar Millennium AG

Quellen Marktstudien:

Greenpeace, ESTIA, IEA SolarPACES 2005:

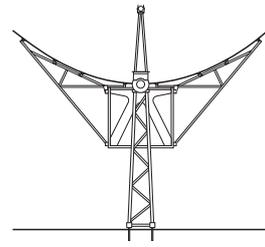
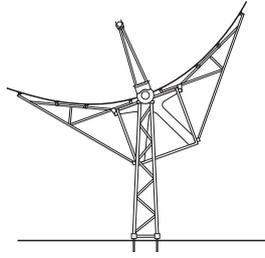
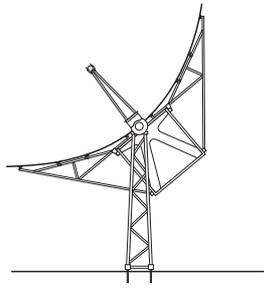
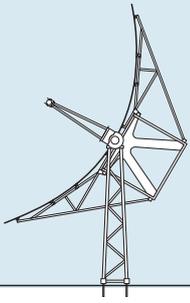
Solar Thermal Power Now
http://www.solarpaces.org/Library/CSP_Documents/051006%20Greenpeace-Concentrated-Solar-Thermal-Power-Now-2005.pdf

Sarasin 2007
 Solarenergie 2007 – Der Höhenflug der Solarindustrie hält an.

Greenpeace/EREC 2007:
 Globale Energie[r]evolution
www.greenpeace.de/masterplan

International Energy Agency (IEA) 2006:
 World Energy Outlook 2006
<http://www.worldenergyoutlook.org/2006.asp>





Solar Millennium AG
Nägelsbachstraße 40
91052 Erlangen

Telefon
+49 9131 9409 - 0

Telefax
+49 9131 9409 - 111

E-Mail
info@SolarMillennium.de

Internet
www.SolarMillennium.de

© Solar Millennium AG 2008