

Sonne soll mehr Dampf machen

Das Wüstenstromprojekt Desertec ist gescheitert. Doch Experten halten **grundlastfähige solarthermische Kraftwerke** langfristig für unverzichtbar. Um mit der konkurrierenden Photovoltaik mithalten, muss die Technik deutlich preisgünstiger werden.

Von Sascha Rentzing

König Mohammed VI ist ein weiser Mann. Obwohl sein Land Marokko über riesige Wind- und Solarressourcen verfügt, ist es stark abhängig von Öl-, Gas- und Stromimporten. 2010 ließ Mohammed deshalb die staatliche Solaragentur Masen gründen und einen Energiewende-Plan für Marokko ausarbeiten. Das Ziel: Bis 2020 sollen 42 Prozent des landesweit verbrauchten Stroms aus erneuerbaren Quellen stammen. 30 Prozent sind dank Wind- und Wasserkraft bereits geschafft, den Rest soll nun vor allem die Solarener-

nen Wärmeträger, über einen nachgeschalteten Wärmetauscher wird Dampf erzeugt, der wiederum eine Turbine antreibt. Im Mai 2013 hat der saudi-arabische Kraftwerksbauer Acwa Power in der zentralmarokkanischen Stadt Ouarzazate mit dem Bau des Sonnenwärme-Kraftwerks Noor begonnen. Es soll bis 2017 in drei Abschnitten realisiert werden und mit einer Gesamtleistung von 500 Megawatt Strom für mehr als eine Million Menschen liefern. Im Oktober soll der erste Abschnitt mit 160 Megawatt ans Netz gehen. Bei

der KfW, die sich mit 829 Millionen Euro an dem insgesamt 2,2 Milliarden Euro teuren Projekt beteiligt, spricht man angesichts der nahenden Inbetriebnahme bereits von einem Durchbruch einer kohlenstoffarmen und klimafreundlichen Zukunftstechnologie.

Der marokkanische Solarplan hat das Ziel, bis 2020 Solarkraftwerke mit einer Gesamtkapazität von 2000 Megawatt zu bauen.“

Norbert Kloppenburg, KfW

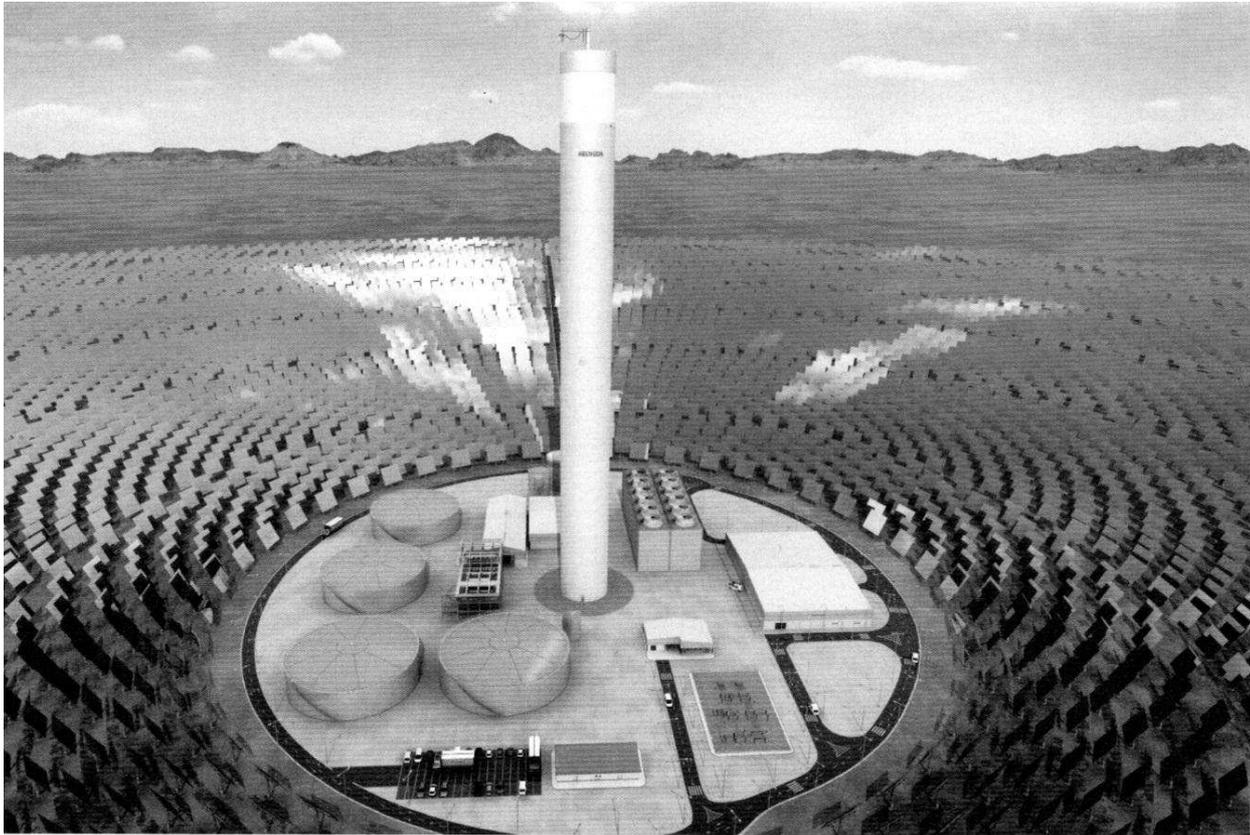
gie beisteuern. „Der marokkanische Solarplan hat das Ziel, bis 2020 Solarkraftwerke mit einer Gesamtkapazität von 2000 Megawatt zu bauen. Masen setzt diesen ehrgeizigen Plan in vorbildlicher Weise um“, sagt Norbert Kloppenburg von der deutschen Förderbank KfW, die Solarprojekte in Marokko mitfinanziert.

Die konzentrierende Solarthermie (CSP) spielt dabei eine Schlüsselrolle. Bei dieser Technik lenken Spiegel Sonnenlicht auf ei-

Tatsächlich ist Noor jedoch nur eine der wenigen glänzenden Ausnahmen in einer ansonsten eher schwierigen Phase für die Solarthermie. Denn seit die Desertec-Industrieinitiative Dii im Vorjahr ihre Pläne fallen ließ, in der Mena-Region (Nahe Osten und Nordafrika) im großen Stil CSP-Kraftwerke zu errichten, um die dortigen Länder sowie Europa mit sauberem Wüstenstrom zu versorgen, stockt der Ausbau der Technik. Derzeit sind weltweit solar-



Licht im Test: In diesem Prüfstand des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt prüfen Forscher, welcher Anteil der Sonnenstrahlung im Receiver eines solarthermischen Kraftwerks in Wärme umgewandelt wird.



Wüstenstrom: Atacama 1 in Chile – hier eine Computersimulation – soll das leistungsstärkste Solarkraftwerk Südamerikas werden. Sein Bau hat bereits begonnen. Es wird aus einem solarthermischen Teil und knapp 400 000 Photovoltaik-Paneele bestehen.

thermische Kraftwerke mit vier Gigawatt Gesamtleistung in Betrieb. Wollten internationale Konzerne wie ABB, Eon und Siemens die Kapazität im Rahmen von Desertec bis 2020 auf 35 Gigawatt ausbauen, rechnet Robert Pitz-Paal vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) inzwischen nur noch mit zehn Gigawatt. „Die Technik hat sich nicht so schnell entwickelt wie die Photovoltaik und die Windenergie“, erklärt der Solarexperte das Scheitern Desertecs.

1000 Gigawatt bis 2050?

Laut DLR kostet solarthermisch erzeugter Strom aktuell rund 13 Cent pro Kilowattstunde, während Solar- und Windstrom bereits für deutlich weniger als zehn Cent produziert werden können. „Daher ist es für die Länder zunächst am günstigsten, den Strombedarf am Mittag durch die Photovoltaik zu decken“, so Pitz-Paal. Die Lastspitzen am Abend abzudecken, sei damit allerdings nicht möglich. Hier liege die Chance solarthermischer Kraftwerke mit ihren günstigen thermischen Speichern: Sie könnten selbst bei höheren Kosten noch zum Zuge kommen, insbesondere wenn Öl- und Gaspreise wieder anstiegen.

Doch langfristig könnte sich das Blatt noch einmal für Sonnenwärme-Kraftwerke wenden. Die Internationale Energieagentur (IEA) geht in ihrer aktuellen Solarthermie-Roadmap davon aus, dass im Jahr 2050 CSP-Kraftwerke mit einer Gesamtleistung von sage und schreibe 1000 Gigawatt rund elf Prozent des globalen Strombedarfs decken werden. Ihre positive Prognose begründet die IEA einerseits mit dem hohen Entwicklungspotenzial der Technik – langfristig soll der Solarthermie-Strom nur noch sechs Cent pro Kilowattstunde kosten – und andererseits mit der Vielseitigkeit der Kraftwerke: Dank integrierter Wärmespeicher können die Anlagen bis weit in die Nacht Solarstrom liefern – ein klarer Pluspunkt gegenüber Photovoltaikanlagen, die hierfür mit teuren Batteriespeichern kombiniert werden müssten. Aus diesem Grund hat sich auch die marokkanische Solaragentur bei Noor für die Solarthermie entschieden. Im heißen Marokko beginnt das Leben so richtig erst nach Sonnenuntergang – Noor I soll dann dank seines Salzspeichers noch für sechs Stunden Strom liefern können.

Wegen der Aussicht auf grundlastfähigen Ökostrom köchelt die Solarthermie auch in anderen Ländern weiter. Nach einer Über-

sicht der internationalen Organisation Solarpaces, die Forschung und Bau der Technik koordiniert und unterstützt, haben vor allem die USA, die Mena-Staaten, China und Chile noch Pläne mit CSP. Chile zählt zu den großen Hoffnungsträgern der Branche, da es in den kommenden Jahren insgesamt 870 Megawatt Solarthermie-Leistung realisieren und dabei neueste Technik verwenden will. Bisher kommen meist sogenannte Parabolrinnen-Kraftwerke zum Einsatz, deren gekrümmte Spiegel die Sonnenstrahlen auf ein in der Brennpunktlinie der Rinnen verlaufendes Absorberrohr bündeln. Im chilenischen Projekt Atacama hingegen errichtet der spanische Konzern Abengoa Solar einen neuartigen Solarturm, bei dem hunderte Spiegel am Boden die Sonnenstrahlen auf einen Receiver in der Spitze des Turms bündeln. Auf diese Weise werden höhere Temperaturen als bei den Parabolrinnen erreicht und das Kraftwerk lässt sich effizienter fahren. 2018 will Abengoa Solar den 110-Megawatt-Turm in Betrieb nehmen.

Damit auch andere Länder Solarthermie-Projekte wieder forciert angehen, suchen Firmen und Forscher nach Wegen, die Kosten schnell zu senken. „Wir sehen Potenzial auf mehreren Ebenen“, sagt Nikolaus Benz,



Chefsache: Der marokkanische König Mohammed VI war beim offiziellen Baustart des 600-Megawatt-Solkraftwerks Noor nahe der Stadt Quarzazate anwesend. Die Anlage soll rund 2,2 Milliarden Euro kosten und 2017 fertiggestellt sein.

Geschäftsführer von Schott Solar CSP. Das Unternehmen hat sich auf die Produktion von Receivern für Parabolrinnenkraftwerke spezialisiert. Sie enthalten als Wärmeträger bisher Thermoöl, das sich durch die konzentrierte Sonnenstrahlung auf 400 Grad erhitzt. „Künftige Solarfelder werden Salzschnmelze verwenden, um den Kraftwerksprozess bei über 500 Grad Celsius und dadurch mit höheren Wirkungsgraden betreiben zu können“, erklärt Benz. Ab 2016 will ein aus elf Partnern bestehendes Konsortium unter Beteiligung von Schott und dem DLR den Wärmeträger erstmals in einer neuen Versuchsanlage in Portugal testen. Ihr Bau soll nach DLR-Informationen noch dieses Jahr anlaufen. Außerdem sieht Schott-Experte Benz einen Trend zu größeren Receivern. Diese seien für Kollektorstrukturen mit größeren Abmessungen und insgesamt niedrigeren flächenspezifischen Kosten erforderlich. „In dieser Optimierung des Solarfelds, also dem Zusammenwirken von Receiver, Spiegeln und Tragekonstruktionen, sehen wir noch enormes Verbesserungspotenzial.“

Das DLR widmet sich unterdessen der Weiterentwicklung der Turmtechnik. Bisher kommt in den Receivern in über hundert Metern Höhe ein Salzfluid als Wärme-

träger zum Einsatz. Es kann zwar auf fast 600 Grad erhitzt werden und erreicht damit höhere Temperaturen als das in Parabolrinnen verwendete Thermoöl. Dennoch reicht den DLR-Wissenschaftlern die Temperatur noch nicht aus. Ihr Ansatz: Sie ersetzen das Salz durch eigens entwickelte Keramikpartikel, die sich bis auf 1000 Grad Celsius aufheizen lassen und die Wärme zudem über einen längeren Zeitraum speichern können. „Das Partikelsystem könnte sich als wichtiger Baustein künftiger Turmkraftwerke erweisen und zu einer Reduktion der Gesamtkosten von zehn bis 20 Prozent führen“, erklärt DLR-Forscher Reiner Buck. Noch ist das System aber nicht reif für die industrielle Anwendung. Erst 2016 sollen die Tests beginnen, frühestens in zehn Jahren sei dann mit einem Einsatz in einem konventionellen 100-Megawatt-Turm zu rechnen, so Buck.

Kombikraftwerk geplant

Andreas Bett, Experte für konzentrierte Photovoltaiksysteme am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (Ise) in Freiburg, sieht einen weiteren Weg, Sonnenwärme-Kraftwerken zum Durchbruch zu verhelfen. „CSP und die Photovoltaik können in Turmkraftwerken miteinander

kombiniert werden“, erklärt Bett. So ließe sich neben dem solarthermischen Receiver ein zweiter photovoltaischer Receiver in den Turmkopf einbauen, der mit Hochleistungs-Solarzellen bestückt wird. Sie erzeugen bei Sonnenschein günstigen Photovoltaikstrom, bei Bewölkung und nachts springt die Solarthermie ein. Die für den Photovoltaikpart geeigneten Tandemzellen, die aus mehreren Zellen mit verschiedenem Material bestehen, sind bereits kommerziell verfügbar und können konzentrierte Sonnenstrahlen mit einem Wirkungsgrad von bis zu 40 Prozent in Strom umwandeln.

Die Crux an der Sache: Derartige Kombikraftwerke existieren bisher nur auf dem Reißbrett. Außerdem müsste ihr wirtschaftlicher Nutzen in Kostenstudien erst noch nachgewiesen werden – noch ist dies reine Theorie. Das technische Potenzial der Solarthermie hingegen ist unbestritten immens, und die IEA sieht in ihr wohl nicht zu Unrecht eine Schlüsseltechnik, die in sonnenreichen Staaten konventionellen Kraftwerken Paroli bieten kann. Doch damit diese Prognose eintritt und sich die Länder wieder stärker auf CSP fokussieren, müssen die Entwickler mit kostensenkenden Innovationen im wahrsten Sinne mehr Dampf machen. ◀