



Die Zukunft der Energieversorgung

Unsere Anfang des Jahres gestartete neue Rubrik soll Wege zur Schaffung einer verbesserten, umweltfreundlichen Version des Planeten Erde aufzeigen. Die aktuelle Ausgabe befasst sich in drei Beiträgen mit einem der am schwierigsten zu lösenden Probleme: dem Ersatz der fossilen Energieträger, deren Nutzung das Erdklima massiv bedroht, durch regenerative Quellen für Elektrizität und Kraftstoffe.



INHALT

DESERTEC

Strom aus der Wüste S. 81

Das 400-Milliarden-Projekt Desertec soll Sonnenenergie aus Sahara und Arabischer Wüste in Strom für Europa umwandeln. Wie sinnvoll ist der Plan? Dazu äußert sich Hans Müller-Steinhagen, Mitbegründer des Projekts, im Interview mit »Spektrum«

FOTOVOLTAIK

Die perfekte Solarzelle S. 84

Neue Fotovoltaikmodule arbeiten effektiver als gängige oder benötigen weniger teures Silizium bei gleichem Wirkungsgrad. Kommt bald die Solarwende?

BIOTREIBSTOFFE

Grasolin an der Tankstelle S. 88

Aus potenziellen Nahrungsmitteln wie Mais, Zuckerrohr oder Palmöl Benzin zu gewinnen ist problematisch. Doch inzwischen lassen sich auch Ernteabfälle, Holz und Gräser in Biokraftstoffe verwandeln

THOMAS KLING, MIT FOTOL. VON H. MÜLLER-STEINHAGEN



Der Verfahrenstechniker Hans Müller-Steinhagen lehrt Thermodynamik und Wärmetechnik an der Universität Stuttgart und leitet das dortige Institut für Technische Thermodynamik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt. Zu seinen Forschungsschwerpunkten gehört die solarthermische Stromerzeugung.

STICHWORT: SOLARTHERMIE

Solarthermische Kraftwerke konzentrieren Sonnenlicht und verdampfen damit Wasser, um Dampfturbinen anzutreiben, die Strom erzeugen. Um das Licht zu bündeln, gibt es verschiedene Konzepte: Bei Turmkraftwerken konzentrieren tausende Spiegel das Sonnenlicht auf einen Punkt, bei Parabolrinnenkraftwerken werfen Spiegel ihr Licht auf lange Röhren, die von einer Flüssigkeit durchströmt werden. Die Wärme kann nachts in großen Speichern mit flüssigem Salz oder in solchen aus Beton gebunkert werden. Auf diese Weise lässt sich auch der Grund- und Regellastbedarf im Stromnetz decken, was bei Fotovoltaik und Windrädern nicht möglich ist. Solarthermische Kraftwerke der ersten Generation verrichten seit 25 Jahren ihren Dienst, etwa in Kalifornien und neuerdings auch in Spanien. So versorgt allein das Anfang 2009 in Südspanien in Betrieb gegangene Andasol-1-Kraftwerk 200 000 Haushalte mit Strom. Gemäß dem Desertec-Konzept würde solarthermisch erzeugte Energie mittels 20 Hochspannungsgleichstromleitungen nahezu verlustfrei aus Nordafrika nach Europa übertragen.

STROM aus der Wüste

Bis 2050 sollen 15 Prozent des europäischen Strombedarfs durch Sonnenenergie aus den Wüsten Nordafrikas und des Nahen Ostens gedeckt werden: So lauten die Ziele des nicht unumstrittenen 400-Milliarden-Projekts Desertec – ein Kunstwort aus *desert* (Wüste) und *technology*. Im Interview mit »Spektrum der Wissenschaft« erläutert Hans Müller-Steinhagen, Solarthermie-Experte und einer der Väter des Konzepts, warum Desertec ohne Alternative ist.

FORTSCHRITT ODER FATA MORGANA?

Die Idee, Ökostrom für Europa in großem Maßstab in der Wüste zu gewinnen, fasziniert. Doch längst werden auch Zweifel bis hin zu offener Ablehnung laut. Worin liegen die Chancen und wo die Gefahren von Desertec? Stimmen Sie ab und **diskutieren Sie mit auf www.spektrum.de/desertec**

Spektrum der Wissenschaft: In den letzten Wochen gab es ein großes Medienecho um Ihr Projekt Desertec. Warum gerade jetzt, wo doch die Solarthermie seit vielen Jahren entwickelt und längst eingesetzt wird, etwa in Demonstrationskraftwerken in Spanien?

Prof. Hans Müller-Steinhagen: Die Münchener Rückversicherung hat kürzlich eine Initiative gestartet, um große Unternehmen in Deutschland zusammenzubringen, darunter die Energiekonzerne E.ON und RWE, aber auch Siemens, die Deutsche Bank sowie die Vertreter einiger Bundesministerien. Momentan umfasst das Desertec-Konsortium zwölf große Konzerne, darunter zwei aus dem Ausland. Bei einem ersten Treffen am 13. Juli wurde vereinbart, bis Herbst eine Geschäftsstelle einzurichten, die in den kommenden drei Jahren rechtliche und politische Rahmenbedingungen erarbeitet, die aktuellen Kosten genauer errechnet und nach möglichen Standorten sucht.

Spektrum: Sogar der Solar-Befürworter Hermann Scheer glaubt nicht an die technische Umsetzbarkeit.

Müller-Steinhagen: Da ist er offenbar nicht ausreichend mit der Technik solarthermischer

Kraftwerke und den Details des Konzepts vertraut. Wir haben ihn bereits mehrfach zu einem klärenden Gespräch eingeladen, aber bislang leider keine Antwort erhalten. Vielleicht ist seine ablehnende Haltung auch politisch begründet. Anders als Herr Scheer halten wir es für erforderlich, zusätzlich zu einer dezentralen, fluktuierenden Stromerzeugung durch Photovoltaik und Windkraft weiterhin große, zentrale Stromerzeugungsanlagen zu betreiben. Nur so können wir der Industrie jederzeit und planbar ausreichend Strom zur Verfügung stellen.

Spektrum: Auch einige große Energiekonzerne sind nicht im Konsortium. Lars Göran Josefsson, Vorstandsvorsitzender von Vattenfall und Klimaschutzbeauftragter der Bundesregierung, hält Desertec ebenfalls für einen Fehler.

Müller-Steinhagen: Jeder verfolgt natürlich seine eigenen Interessen und kann seine Meinung frei äußern – Vattenfall muss sich im Augenblick sicherlich bevorzugt um die Zuverlässigkeit seiner derzeitigen Stromerzeugungstechnologien kümmern. Ganz allgemein wurden aus pragmatischen Gründen nicht alle Unternehmen der Branche für die Anfangsphase zur Teilnahme angefragt. Aber ich habe in den letzten Wochen viele Anrufe von Forschungsinstituten, kleinen und großen Unternehmen bekommen, die begeistert sind und unbedingt mitmachen wollen.

Die EU-Kommission und Länder wie Frankreich, Spanien und Algerien unterstützen das Konzept ebenfalls. Schließlich ist es das Ziel, bis 2050 rund 15 Prozent des Strombedarfs in ganz Europa aus der Solarthermie zu decken. Das wird Investitionen von etwa 400 Milliarden Euro erfordern und ist folglich nicht von Deutschland allein zu stemmen. Das sehen auch die betroffenen Bundesministerien so, die hochrangig bei dem ersten Treffen dabei waren und die alle ihre Unterstützung bekundet haben.

Spektrum: Sie gelten als einer der Erfinder von Desertec und sind seit Jahren ein glühender Verfechter des Konzepts. Warum brauchen wir Sonnenstrom aus der Wüste, zumal wenn er eine derartige Investition erfordert?

Müller-Steinhagen: Alle Kraftwerke, die in den nächsten 40 Jahren gebaut werden müssen, erfordern Investitionen. Nicht auch auf Solarthermie zu setzen, dürfte aber mittelfristig eher teuer werden. Es gibt in Deutschland einfach nicht zu jeder Zeit genügend regenerative Energiequellen, um damit Grundlaststrom bereitzustellen oder Lastspitzen abzudecken. Die Sonne scheint eben nicht nachts, der Wind weht schließlich nicht immer, und preisgünstige Verfahren zur Speicherung großer Strommengen etwa in Batterien oder Was-



Mit 510 000 Quadratmetern Kollektorfläche ist Andasol 1 in der spanischen Provinz Granada, das Anfang 2009 seinen regulären Betrieb aufgenommen hat, das größte solarthermische Kraftwerk in Europa. Parabolspiegel konzentrieren das Sonnenlicht auf Röhren, in denen synthetisches Öl auf 400 Grad erhitzt wird. Über Wärmetauscher erzeugt es entweder Dampf für Generatoren oder gibt seine Energie an einen Salzsammel-Speicher ab, aus dem sie nachts zur Stromgewinnung rückgespeist wird. Die beiden Tanks im Bild fassen insgesamt 28 500 Tonnen Salz.

serstoffspeichern sind noch in weiter Ferne. Im Unterschied dazu wird Desertec Grundlast- und Regelstrom liefern können, der kurzfristige Bedarfsschwankungen im Netz ausgleicht. Denn Wärme lässt sich speichern, um sie nachts wie auch bei bewölktem Himmel abzurufen und in Strom umzuwandeln.

Spektrum: Wird der Ausbau von Fotovoltaik und Windenergie in Deutschland überflüssig?

Müller-Steinhagen: Auf keinen Fall. Wenn etwa 15 Prozent des europäischen Strombedarfs durch Solarthermie aus Wüstengegenden gedeckt werden, bleiben noch 85 Prozent übrig. Insofern ist es weiterhin wichtig, Offshore-Windparks und Fotovoltaik auf Gebäuden auszubauen. Auf keinen Fall sollten wir die Technologien gegeneinander ausspielen.

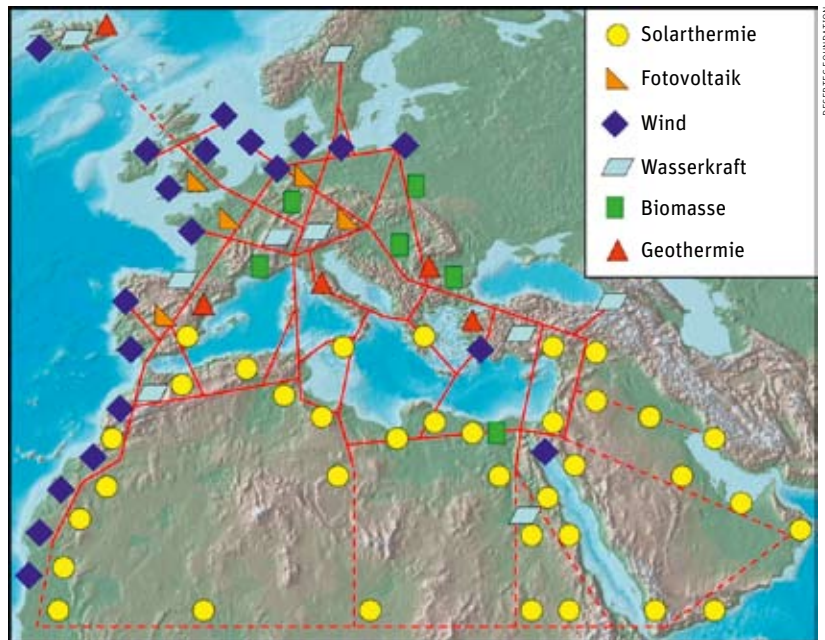
Spektrum: Könnte das nicht doch passieren, weil es eine Selektion über die Kosten gibt? Solarzellen erzeugen wohl bald Strom zu den Kosten konventioneller Kraftwerke. Wozu dann noch Desertec?

Müller-Steinhagen: Strom aus einem Kohlekraftwerk kostet heute vier bis sechs Cent pro Kilowattstunde. Wir rechnen damit, dass Fotovoltaik in einigen Jahren hier zu Lande die so genannte *grid parity* erreicht, das heißt, dass der damit erzeugte Strom nur noch so viel kostet wie der von den Energiekonzernen an den Kleinverbraucher verkaufte Strom; zurzeit sind das etwa 20 Cent.

Das ist zwar toll für den Hausbesitzer, der damit einen erheblichen Teil seines eigenen Stromverbrauchs selbst deckt und bei Bedarf zusätzlich Strom aus dem Netz bezieht. Andererseits ist es unbedingt notwendig, ein Kostenminimum für eine jederzeit gesicherte, umweltverträgliche Stromversorgung der gesamten Volkswirtschaft zu finden. Und da hat planbarer Strom wie zum Beispiel aus solarthermischen Kraftwerken, der rund um die Uhr zur Verfügung steht, einen höheren Wert, was sich auch in den Tarifen bereits existierender Anlagen in Spanien und den USA niederschlägt. Es muss also darum gehen, Strom aus erneuerbaren heimischen Energiequellen wirtschaftlich sinnvoll einzusetzen und die verbleibende Versorgungslücke möglichst umweltfreundlich zu decken. Und dabei werden solarthermische Kraftwerke einen erheblichen Beitrag leisten.

Spektrum: Kritiker halten die Solarthermie für unsicher. Vattenfall-Chef Josefsson fürchtet sogar terroristische Anschläge auf Kraftwerke und Stromleitungen.

Müller-Steinhagen: Bis 2050 sollen nach unseren Plänen 20 Leitungen à fünf Gigawatt eingerichtet werden, die Energie auf verschiedenen Routen aus ganz Nordafrika und dem Nahen Osten nach Europa transportieren.



Auch die Kraftwerke werden auf viele Länder verteilt. Durch diese regionale Streuung dürfte das Risiko ziemlich gering sein, jedenfalls nicht größer als beim Transport von Öl in einem Tanker oder von Erdgas in einer Pipeline. Insgesamt wird die Streuung der Energiequellen das Versorgungsrisiko reduzieren.

Spektrum: Es gibt Stimmen, die den an Desertec beteiligten Firmen Solarimperialismus vorwerfen. Statt Öl werde nun die Sonne ausgebeutet.

Müller-Steinhagen: Das ist absurd, schon allein weil die Sonne unerschöpflich ist und wir ja niemandem etwas wegnehmen. Natürlich sind an Desertec große Unternehmen mit wirtschaftlichen Interessen beteiligt – zum Glück, wie ich finde. Denn so erhält das Projekt zusätzlichen Antrieb, und der ist dringend nötig, wenn wir etwas für den Klimaschutz und die Diversifizierung unserer Energieversorgung tun wollen.

Was die Kritiker verkennen: Am meisten werden die Staaten in Nordafrika profitieren. Deren Energiebedarf wird nach unseren Berechnungen bis 2050 auf das Fünffache steigen und die Voraussetzung für einen höheren Lebensstandard sein. Mit Desertec unterstützen wir das, weil die ersten Kraftwerke ihren Strom in die lokalen Netze speisen werden, wo sie auch Meerwasserentsalzungsanlagen zur Trinkwasserbereitstellung betreiben können.

Später werden die heute wirtschaftlich schwachen Länder Nordafrikas ihren eigenen Strom- und Wasserbedarf mit dieser Technik umweltverträglich decken, zusätzlich Strom exportieren und damit nachhaltig ihren Wohlstand steigern. Das ist aus meiner Sicht die beste Entwicklungshilfe.

Erst im Verbund Europas mit dem Nahen Osten und Nordafrika können regenerative Energiequellen ihr Potenzial ausspielen, glaubt das Desertec-Konsortium.



Das Interview führte der Wissenschaftsjournalist **Bernd Müller**.

Weblinks zu diesem Thema finden Sie unter www.spektrum.de/artikel/1002945.