

# ENERGIE.....

Ausgabe 2/2005

## Perspektiven

Forschung für die Energieversorgung von morgen

Simulation eines  
Konzentrator-  
Solarkraftwerks

Quelle: Fraunhofer ISE

### EDITORIAL

**D**er Rahmen für die künftige Energieforschung ist abgesteckt: Bis 2008 stellt die Bundesregierung im kürzlich verabschiedeten 5. Energieforschungsprogramm insgesamt 1,7 Milliarden Euro bereit. Priorität haben moderne Kraftwerkstechnologien für Kohle und Gas einschließlich Kohlendioxid-Abtrennung und -Speicherung, „für die nächsten Jahrzehnte der wichtigste Teil des Energiemix“ so Bundeswirtschaftsminister Clement. Förderschwerpunkte sind ebenso Energieeffizienz sowie Photovoltaik und Offshore-Wind. In breiterem Ansatz gefördert werden alle übrigen Erneuerbaren, Fusionsforschung, Energiespartechiken sowie nukleare Sicherheits- und Endlagerforschung.

Die Redaktion

Photovoltaik

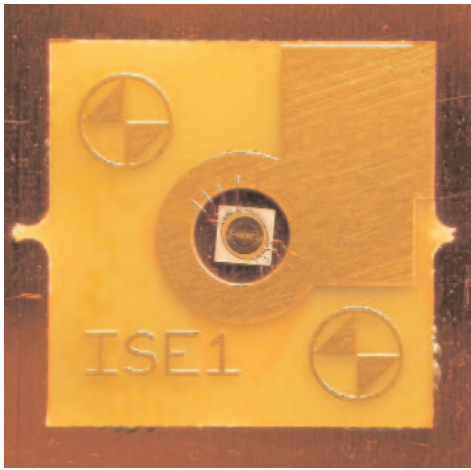
## Solare Kraftwerke

**G**efördert durch das Energie-Einspeisegesetz erlebt die Solarbranche in Deutschland zur Zeit einen Boom mit Wachstumsraten über 20 Prozent. Neben mittlerweile über 100 000 photovoltaischen Einzelanlagen mit Stromleistungen von einigen Kilowatt auf Hausdächern oder Fassaden gibt es bereits mehrere Großanlagen der Megawattklasse.

Das wahre Entwicklungspotential für die Photovoltaik sehen Experten jedoch in den sonnenreichen Regionen der Erde, wo sie sogar solare Kraftwerke mit Leistungen im Gigawatt-Bereich für möglich halten.

Kernstück einer photovoltaischen Solarzelle ist ein Halbleiterkristall, in dem durch Licht freie Ladungsträger erzeugt werden. Bei terrestrischen Anwendungen wird hierfür das relativ preiswerte Silizium gewählt. Mehrere Solarzellen werden dann in einem Modul zusammen-

⇒ Ergänzt werden die gedruckten Kurzbeiträge durch weiterführende Artikel im World-Wide Web.



Nur 0,03 Quadratcentimeter groß ist diese Konzentratorzelle, der kleine braune Punkt in der Mitte des Fotos. Bei 300-facher Konzentration des Sonnenlichts besitzt sie einen Wirkungsgrad von 32 Prozent. Zur Kühlung ist die Zelle auf eine Wärmesenke aus Kupfer montiert.



geschaltet. Bislang werden die hohen Kosten einer photovoltaischen Großanlage, die aus mehreren tausend solcher Module besteht, wesentlich durch die lichtempfindlichen Halbleiterschichten bestimmt. Abhilfe versprechen sich die Wissenschaftler von Konzentrator-Systemen, in denen das Sonnenlicht gebündelt und auf eine sehr kleinflächige Solarzelle gelenkt wird. Mit diesem Trick wird einerseits viel Material eingespart, andererseits arbeiten Solarzellen

### Energiesparen

## Sommerzeit

Für den Energieverbrauch bringt die Umstellung auf die Sommerzeit keine Einsparung, erklärte die Bundesregierung auf eine Anfrage der FDP: Zwar werde bei der Beleuchtung Strom gespart, dafür aber wegen der vorverlegten Hauptheizzeit mehr Wärmeenergie benötigt. Umweltpolitische Argumente sprächen daher nicht für die Sommerzeit. In Deutschland wurde sie 1980, ab 2002 europaweit eingeführt. Die EU-einheitliche Festlegung von Beginn und Ende der Sommerzeit sei jedoch, so die Bundesregierung, wichtig für das Funktionieren des europäischen Binnenmarktes. An der Sommerzeit werde daher festgehalten, solange die Mitgliedstaaten sie nicht gemeinsam wieder abschaffen wollten.

auch effektiver bei höheren Lichtintensitäten. Allerdings muss dafür gesorgt werden, dass die dabei entstehende Wärme abgeführt wird. Da ein Konzentratormodul vor allem direktes Sonnenlicht in Strom umwandeln kann, muss es außerdem mit so genannten

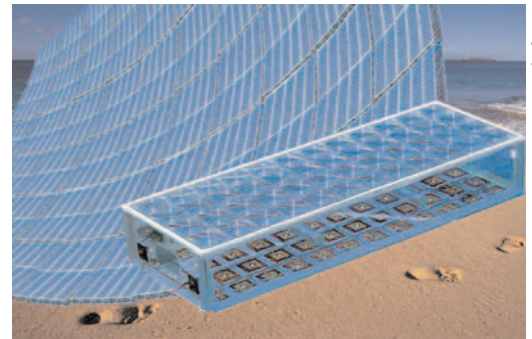
„Trackern“ dem Gang der Sonne nachgeführt werden.

Einen kommerziellen Konzentratorpark mit einer maximalen Gesamtleistung von 300 Kilowatt hat zum Beispiel die amerikanische Firma Amonix in Arizona aufgebaut. Hier konzentrieren flache Fresnel-Linsen die Sonnenstrahlung um den Faktor 250 und fokussieren sie auf kleine Solarzellen aus Silizium. Ein System der australischen Firma Solar Systems bündelt das Licht mit Spiegeln und verdichtet es sogar auf das 480-fache. Der Wirkungsgrad solcher Konzentratormodule liegt mit rund 19 Prozent deutlich höher als der konventioneller Flachmodule.

Da in Konzentratorsystemen der Preis für die Halbleiter nicht mehr die entscheidende Rolle spielt, bieten sie sich geradezu an für den Einsatz spezieller, so genannter III-V-Verbindungshalbleiter. Diese sind zwar teurer als Silizium, nutzen das Spektrum des Sonnenlichtes jedoch weit besser aus (siehe Energie-Perspektiven 1/2004). Kürzlich hat das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE mit einer neuen Konzentrator-Solar-

zelle aus III-V-Halbleitern den europäischen Wirkungsgradrekord von über 35 Prozent gemeldet. Auf die nur 0,031 Quadratcentimeter große Zelle aus Galliumindiumphosphid, Galliumarsenid und Germanium wird das Sonnenlicht in Konzentratormodulen auf das 500-fache konzentriert. Laut ISE sind so photovoltaische Systemwirkungsgrade von deutlich über 25 Prozent möglich. Erste Teststücke werden zur Zeit am ISE aufgebaut.

Neue Materialien in Verbindung mit der Konzentratorstechnik weisen auch den Weg zu „Very Large Scale Photovoltaic Systems“, sola-



Fotos: Fraunhofer ISE

Konzentrator-System: Flache Linsen bündeln die Sonnenstrahlung auf die Solarzellen.

ren Kraftwerken in bislang unbewohnten Wüstengebieten mit Leistungen von hundert Megawatt bis ein Gigawatt. Gemäß Studien der Internationalen Energie-Agentur sollen sie den erzeugten Strom nicht nur in ein globales Verbundnetz speisen, sondern auch regional Industrie und Landwirtschaft mit Energie versorgen. Olivia Meyer

➔ Weiteres:

[www.energie-perspektiven.de](http://www.energie-perspektiven.de)

### Stromversorgung

# Wege in die Energie-zukunft

Angesichts der nötigen Umgestaltung der deutschen Stromversorgung untersucht eine kürzlich veröffentlichte Studie der Energietechnischen Gesellschaft (ETG) im VDE unterschiedliche Pfade für die Entwicklung der nächsten 15 Jahre. Die

Ausgangssituation: Einerseits müssen bis 2020 veraltete Kraftwerke mit bundesweit rund 40 Gigawatt elektrischer Leistung erneuert werden, einschließlich über 20 Gigawatt für abgeschaltete Kernkraftwerke. Andererseits müssen – um die Kyoto-Ziele bis 2012 zu erfüllen – die Kohlendioxid-Emissionen der Stromerzeugung reduziert

# Leerlaufverluste- nein danke!



PCs, Drucker, Scanner, Bildschirme in Büros und Haushalten verbrauchen im stand-by-Betrieb unnötig Strom. In gut ausgestatteten Haushalten können die Kosten für diesen Leerlauf bis auf einen dreistelligen Euro-Betrag im Jahr anwachsen. Diese und weitere Informationen rund um die Leerlaufverluste der PC-Technik haben kürzlich

die Zeitschrift „PC-Welt“ und das Umweltbundesamt im Rahmen der Aktion „No-Energy“ zusammengetragen. Zuverlässig entdecken lassen sich die Verluste nur mittels eines Messgerätes, eines Energiekostenmonitors. Zwischen Steckdose und zu untersuchendes Gerät gesteckt, zeigt der Monitor den jeweiligen Stromverbrauch an. Wo ein Energiekostenmonitor kostenfrei auszuleihen ist, erklärt die „No-Energy“-Webseite [www.no-e.de](http://www.no-e.de). Auch die elektronische Broschüre „Stromklau - nein danke!“ lässt sich hier herunter laden.

➔ *Weiteres:*  
[www.energie-perspektiven.de](http://www.energie-perspektiven.de)

energie bis 2020. Die verbleibende Energielücke schließen Gasimporte. Der Kohlendioxid-Ausstoß wird den vom Kyoto-Protokoll für 2012 geforderten Grenzwert von 302 Millionen Tonnen für die Stromerzeugung im Jahr 2020 knapp unterschreiten. Dabei fallen 123 Milliarden Euro Investitionskosten an, davon rund 8 Milliarden für Reservekapazitäten für die Windenergie.

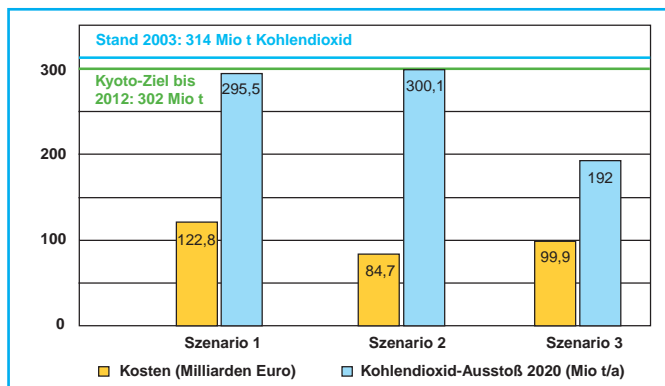
Im zweiten Szenario wird unterstellt, dass die jüngeren Kernkraftwerke länger betrieben werden und 2020 noch die Hälfte der jetzigen Strommenge liefern. Fossile Energieträger bleiben in etwa auf dem heutigen Niveau. Die regenerativen Energien leisten mit 15 Prozent einen relevanten Beitrag zur Stromerzeugung, die Kyoto-Ziele bis 2012 werden eingehalten. Der Investitionsaufwand sinkt hier um knapp 40 Milliarden auf 85 Milliarden Euro.

Drastisch weniger Treibhausgas ist das Kennzeichen von Szenario 3: Die erneuerbaren Energien werden auf einen Anteil von 26 Prozent an der Stromversorgung kräftig ausgebaut, vor allem in den Bereichen Wind und Biomasse; die Nutzung der Kernenergie bleibt auf heutigem Niveau. Dafür wird die Stromerzeugung aus Steinkohle erheblich reduziert und der Gasimport

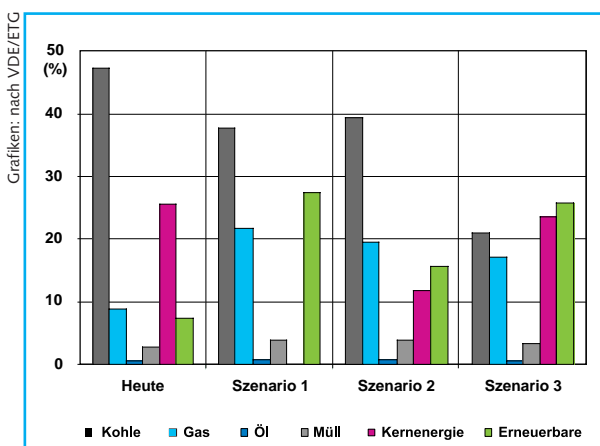
werden; bis 2020 ist mit weiteren Reduktionsverpflichtungen zu rechnen. Und schließlich soll nach den Plänen der Bundesregierung die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bis 2020 auf mindestens 20 Prozent der Gesamterzeugung erhöht werden.

Für diese Veränderung der deutschen Stromversorgung untersucht die ETG-Studie „Elektrische Energieversorgung 2020 – Perspektiven und Handlungsbedarf“ unterschiedliche Szenarien. Sie analysiert in drei Modellrechnungen, wie sich die unterschiedlich gewichtete Nutzung von erneuerbaren Energien, fossilen Brennstoffen und Kernenergie auf Klimaschutz und Investitionskosten bis zum

Jahr 2020 auswirken könnte. Szenario 1 geht entsprechend der derzeitigen Energiepolitik von einer intensiven Förderung regenerativer Energien aus, vor allem der Windkraft. Dies kompensiert den vollständigen Ausstieg aus der Kern-



Kosten und Kohlendioxid-Emissionen in Szenario 1 bis 3



Der Szenario 1 bis 3 zugrunde gelegte Energiemix (in Prozent) im Vergleich zum heutigen Stand

nicht so stark hochgefahren wie in Szenario 1. Der Ausstoß von Kohlendioxid sinkt in dieser Rechnung um 39 Prozent auf 192 Millionen Tonnen im Jahr 2020, deutlich weniger Emissionen als in Szenario 1 und 2. Braunkohle würde – anders als Steinkohle – weiter verstromt. Die Investitionskosten lägen mit rund 100 Milliarden Euro zwischen denen von Szenario 1 und 2. Dieser Ansatz zeigt, wie weit die Reduzierung des Ausstoßes von Treib-

hausgasen gehen könnte und wie Raum für künftige Verschärfungen der Kyoto-Ziele zu gewinnen wäre. „Unter diesem Langfristaspekt und bei gleichzeitiger Betrachtung von Wirtschaftlichkeit und Umweltbelastung erscheint das Szenario 2 für den Zeithorizont 2020 das optimale zu sein“, meint ETG-Vorsitzender Prof. Wolfgang Schröppel: "Die Kyoto-Ziele werden erfüllt, die Investitionskosten sind am niedrigsten und die notwendigen Forschungsarbeiten für zukünftige Technologien können in realistischen Zeiträumen durchgeführt werden. Außerdem bleibt die hohe Zuver-

lässigkeit des Versorgungssystems erhalten.“ Eine weitere Reduktion der Kohlendioxid-Emissionen könne durch eine Verschiebung des Energie-Mix von Szenario 2 in Richtung 3 aufgefangen werden. Der Blick bis 2020 gibt jedoch keine endgültige Perspektive: Die fossilen Energieträger Gas und Öl zum Beispiel sind nach allen Prognosen innerhalb weniger Generationen verbraucht oder nicht mehr wirtschaftlich zu erschließen. Nur Kohle hat eine deutlich höhere Reichweite. Auch der Kernbrennstoff Uran ist nur begrenzt wirtschaftlich verfügbar. Die Brütertechnologie

wäre zwar langfristig nutzbar, wird in Deutschland aber möglicherweise gesellschaftlich nicht akzeptiert. Damit kommen für die weitere Zukunft nur drei Primärenergiequellen in Frage, folgert die ETG-Studie: „Aus heutiger Sicht ist langfristig nur ein Energiemix – bestehend aus den wesentlichen Säulen Erneuerbare Energien, Kohle mit Kohlendioxid-Abspaltung und Kernfusion – zur Stromerzeugung denkbar.“

imi

➔ Weiteres:  
[www.energie-perspektiven.de](http://www.energie-perspektiven.de)

## Fusionsforschung

# Montagestart für Wendelstein 7-X

Nach Jahren der Rechnung, Vorbereitung und Komponentenfertigung trat das Projekt Wendelstein 7-X im April in eine neue Phase: Noch während die industrielle Fertigung vieler Bauteile läuft, begann im Greifswalder Teilinstitut des Max-Planck-Institut für Plasmaphysik die Montage der Fusionsanlage. In den Montagestand wurde dazu das erste Teil des Plasmagefäßes hinein gehoben und die erste, sechs Tonnen schwere Magnetspule mit einem Spezialgreifer auf das Gefäß gefädelt. 28 Wochen wird es dauern, bis hier das erste von insgesamt fünf Modulen der Anlage fertig gestellt ist. Nach der Vormontage werden sie in der Experimentierhalle kreisförmig zusammenge-

*Eingehängt in ein drehbares Gestell wird die erste von 50 Stellarator-Magnetspulen auf ein Segment des Plasmagefäßes gefädelt*



setzt: „Wenn die Zulieferung durch die Industrie termingerecht läuft und unsere Planung richtig war“, erklärt Montageleiter Dr. Lutz Wegener, „dann sollte Wendelstein 7-X in rund sechs Jahren in Betrieb gehen können“. Ein späteres Fusionskraftwerk soll ähnlich wie die Sonne aus der Verschmelzung von Atomkernen Energie gewinnen. Um das Fusionsfeuer zu zünden, muss der Brennstoff – ein Wasserstoffplasma – in Magnetfeldern eingeschlossen und auf Temperaturen über 100 Millionen Grad aufgeheizt werden. Wendelstein 7-X, die weltweit größte Anlage des Bautyps „Stellarator“, unterscheidet sich

von den in Spanien, Japan und den USA betriebenen Stellaratoren durch das auf die späteren Kraftwerkserfordernisse hin optimierte Magnetfeld. Projektleiter Prof. Friedrich Wagner: „Der internationale Testreaktor ITER wurde als Tokamak geplant. Wenn Wendelstein 7-X unsere Erwartungen erfüllt, dann könnte das auf ITER folgende Demonstrationskraftwerk auch ein Stellarator sein.“

imi

➔ Weiteres:  
[www.energie-perspektiven.de](http://www.energie-perspektiven.de)



Foto: IPP