

# ENERGIE.....

Ausgabe 2/2009

## Perspektiven

Forschung für die Energieversorgung von morgen

Pilotanlage für Kohlendioxid-Abscheidung am Braunkohlekraftwerk Schwarze Pumpe im brandenburgischen Spremberg



Foto: Vattenfall

Fossile Brennstoffe

### EDITORIAL

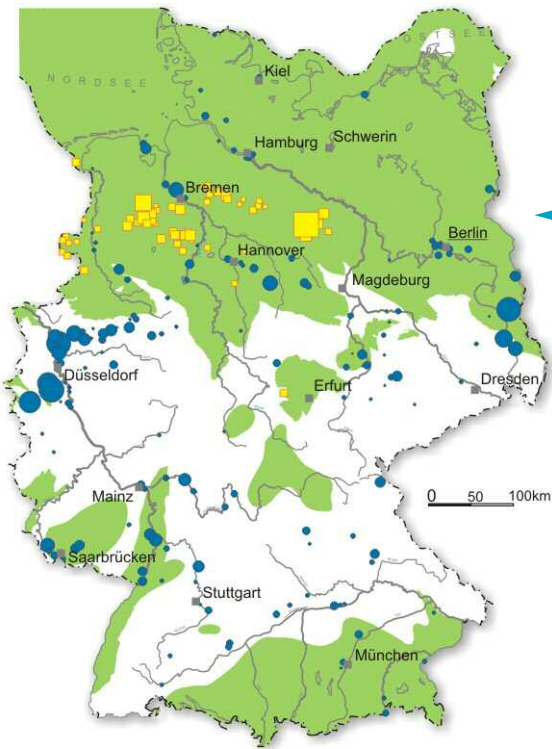
**W**egen der Wirtschaftskrise wird Australien den Emissionshandel zur Treibhausgas-Minderung ein Jahr später starten. Auch andere Industrieländer haben zurzeit wenig Ehrgeiz, wie im Juni die Bonner Klimakonferenz zeigte. Nahezu ergebnislos verhandelten die 4000 Teilnehmer aus 180 Ländern über die Nachfolge des 2012 auslaufenden Klimavertrags von Kyoto. Um Klimaschutz geht es auch in „Energie-Perspektiven“ – von der Kohlendioxid-Speicherung über neue Energiequellen bis hin zu Wegweisern für vernünftiges Verbraucherverhalten. *Die Redaktion*

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

## Regeln für das Endlager

**M**ehrere Millionen Tonnen Kohlendioxid jährlich erzeugt ein großes Kohlekraftwerk. Ob und wie man das klimaschädliche Gas im Untergrund loswerden kann, untersuchen weltweit zahlreiche Forschungsprojekte. Das Kohlendioxid muss dazu abgetrennt und aufgefangen, dann verflüssigt in geeignete Speicher unter Tage verpresst und dauerhaft eingeschlossen werden. Einen rechtlichen Rahmen für dieses „Carbon Capture and Storage“ (CCS) genannte Verfahren hat die

EU-Kommission vorgegeben. Die Richtlinie wird in Kürze in Kraft treten und ist dann innerhalb von zwei Jahren von den Mitgliedstaaten in nationales Recht umzusetzen. Entsprechend hat das Bundeskabinett im April 2009 einen Gesetzentwurf zur Regelung von Abscheidung, Transport und Speicherung von Kohlendioxid beschlossen. Noch vor der Bundestagswahl will man das Gesetz verabschieden. Auf Betreiberseite begrüßt man die baldige Rechtssicherheit: „Sonst können die großen Investitionen



Speichermöglichkeiten bieten erschöpfte Erdgasfelder (gelb) und tiefe Salzwasser führende Speichergesteine, so genannte Aquifere (grün).



Wasserstoff- oder Druckluftspeicher benötigt.

Zudem seien die ökologischen Risiken noch ungeklärt. Es fehlten, so der SRU, sowohl belastbare Erkenntnisse über die Folgen einer Kohlendioxid-Freisetzung als auch über geochemische Prozesse im Gestein, die zu Rissbildung führen könnten. Der plötzliche Austritt des Gases bei Unfällen oder Leckagen könne die Gesundheit und das Leben von Menschen und Tieren bedrohen. Auch befürchtet der SRU hohe finanzielle Risiken für die Gesellschaft. Nur 30 Jahre nach der Verfüllung soll laut Gesetzentwurf die

Grafik: BGR

für die CCS-Technologie nicht ausgelöst werden“, erklärte Klaus von Trotha vom Informationszentrum klimafreundliches Kohlekraftwerk. Von Umweltverbänden wurde der Gesetzentwurf – obwohl er zum Teil deutlich über die Anforderungen der EU-Richtlinie hinausgeht – jedoch schon während der Ausarbeitung kritisiert. Jetzt schließen sich auch die Umweltberater der Bundesregierung an: „Wir warnen vor übereilten Weichenstellungen“, sagte der Vorsitzende des Sachverständigenrats für Umweltfragen (SRU), Professor Dr. Martin Faul-

stich. Einer der Kritikpunkte: Das Gesetz soll nicht nur die Erprobung, sondern auch die Nutzung der CCS-Technologie regulieren. Das

geht dem SRU zu weit: „Die kommerzielle Anwendung von CCS in Deutschland sollte heute noch nicht geregelt werden. Ein Forschungsgesetz gibt uns Zeit, die Chancen und Risiken von CCS gründlich zu bewerten, die notwendige gesellschaftliche Debatte zu führen, und über die beste Nutzung der unterirdischen Räume zu entscheiden.“ Die knappen Speicherräume – in Deutschland vor allem in den nördlichen und östlichen Bundesländern – würden nämlich ebenso für die Nutzung von Tiefen-Erdwärme, für Erdgas- bzw.



Foto: BGR

- Für mindestens 10.000 Jahre muss das Treibhausgas unter der Erde bleiben.
- Hier Bodengasmessungen im Rahmen des EU-Forschungsprogramms CO2GeoNet.

## UMWELTSCHUTZ

### Ein Engel für das Klima

Seit kurzem setzt der Blaue Engel, das erste und bekannteste Umweltzeichen der Welt, auch Maßstäbe für die Klimafreundlichkeit von Waren und Dienstleistungen. Initiiert von Bundesumweltministerium, Umweltbundesamt und Jury Umweltzeichen wurden dazu seit Ende letzten Jahres die Vergabekriterien für zunächst zehn besonders verbraucher-nahe Produktgruppen wie Kühlschränke, Waschmaschinen und TV-Geräte erarbeitet. Weitere 90 sollen folgen. Der neue „Blaue Engel für Klimaschutz“ soll zum führenden Kennzeichen für klimafreundliche Produkte werden.

Er zeichnet, so das Umweltbundesamt, die energieeffizientesten Geräte innerhalb einer Produktgruppe aus und garantiert darüber hinaus hohe Umweltfreundlichkeit. Dazu sind für jede Produktgruppe anspruchsvolle Effizienzstandards auszuarbeiten, die regelmäßig überprüft und dem aktuellen Stand der Technik angepasst werden sollen. So soll der Blaue Engel beim Kauf die Orientierung erleichtern und Spitzengeräten einen Nachfrageschub verschaffen. Das Potential ist groß: Für über ein Viertel aller Treibhausgasemissionen in Deutschland sind die privaten Haushalte verantwortlich.

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



Grafik: UBA

Verantwortung vom Betreiber quasi „für die Ewigkeit“ auf die Bundesländer übergehen, in denen die Kohlendioxid-Speicher liegen: „Der Zugang zu der begrenzten Ressource Speicherkapazität wird kostenfrei gewährt, die Haftung für Schäden und Risiken der Betreiber wird zeitlich und im Umfang begrenzt, und der Staat übernimmt langfristig die Verantwortung für den Erwerb von Emissionsrechten im Falle von Leckagen.“

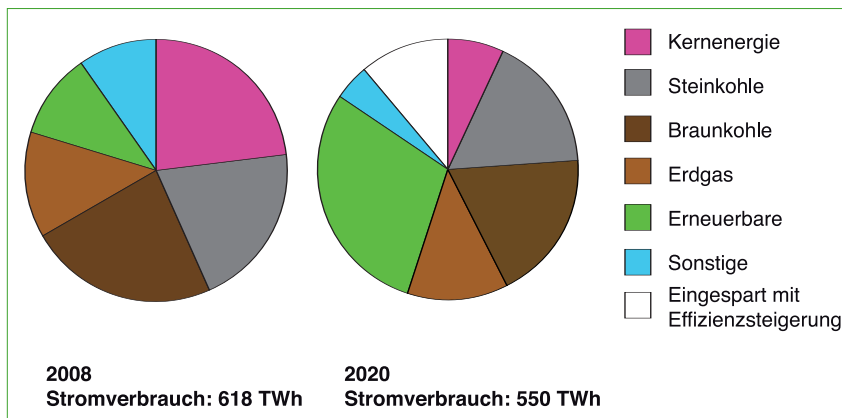
Derzeit offen ist die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens. Im Rahmen des Emissionshandels ist es heute wegen der hohen Kosten noch

nicht wettbewerbsfähig. Noch senkt CCS den Wirkungsgrad eines Kraftwerks um gut 10 Prozent; entsprechend mehr Brennstoff wird also benötigt. Andererseits: Kohle bleibt noch lange das Rückgrat der weltweiten Energieversorgung. Auch in dem vom Bundesumweltministerium vorgelegten Konzept für die Energieversorgung nach dem Atomausstieg spielt sie eine wichtige Rolle: Obwohl in einem Jahrzehnt statt heute 15 über 30 Prozent des Stromes von Erneuerbaren Energien erzeugt werden sollen, werden immer noch fossile

Kraftwerke die Hauptversorgung tragen. CCS soll mit dafür sorgen, dass Deutschland trotzdem seine klimapolitischen Ziele erreichen kann.

Wie auch immer CCS geregelt wird – über eines ist man sich einig: Wegen der weltweit begrenzten Speicherkapazitäten kann es nur eine Übergangslösung sein. Letztlich müssen umweltfreundlichere Energiequellen gefunden werden. imi

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



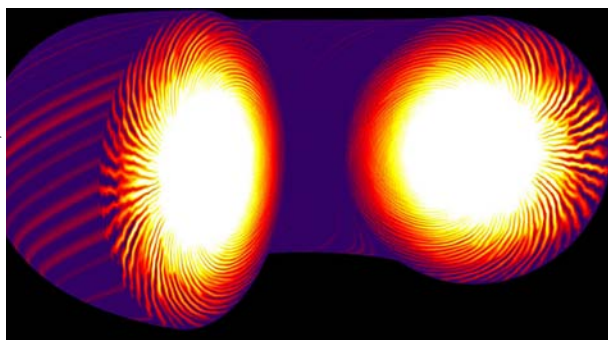
## Kernfusion

# Experten für schnelles Rechnen

Eine Experten-Gruppe für Höchstleistungsrechnungen im Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) in Garching unterstützt seit kurzem die europäischen Fusionsforscher dabei, ihre Rechencodes für die Bearbeitung auf Supercomputern tauglich zu machen. Der zugehörige Rechner HPC-FF wird demnächst im Forschungszentrum Jülich zur Verfügung stehen. Ziel der Forschung ist ein Kraftwerk, das ähnlich wie die Sonne aus der Verschmelzung von Atomkernen Energie gewinnt. Der Brennstoff, ein Wasserstoff-Plasma, muss dazu stabil und gut wärmeisoliert in Magnetfeldern eingeschlossen und auf Temperaturen über 100 Millionen Grad aufgeheizt werden. Neben der Erkundung des

komplexen Plasmaverhaltens im Experiment – nächster großer Schritt ist hier der internationale Fusionstestreaktor ITER – hat die rechnerische Beschreibung der Plasmen hohe Leistungsfähigkeit erreicht. Langfristiges Ziel ist es,

Grafik: IPP, Klaus Hallatschek



Je schneller die Computer, desto genauer werden die Modelle der Plasmatheoretiker – hier die Simulation beginnender Turbulenz in einem ringförmigen Plasma

die Vorgänge im Plasma vollständig auf dem Rechner simulieren zu können. Ihre hohe Rechengeschwindigkeit – HPC-FF schafft rund hundert Billi-

## Energiewirtschaft

# Strom 2008

Die deutschen Kraftwerke haben im vergangenen Jahr 639 Milliarden Kilowattstunden Strom erzeugt, fast genau so viel wie im Jahr 2007, so die vorläufigen Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen. Der Verbrauchsanstieg der letzten Jahren hat sich nicht fortgesetzt: Der Konjunkturerinbruch wirkte sich auch auf die Stromwirtschaft aus. Kohle und Kernenergie blieben 2008 die wichtigsten Energieträger in der Stromwirtschaft, sie lieferten zwei Drittel der Stromproduktion. Erdgas trug mit 14 Prozent bei. Erneuerbare Energien wie Wind, Wasser, Biomasse und Sonne konnten ihren Anteil leicht auf rund 15 Prozent steigern. Der Ausfuhrüberschuss im Stromaustausch mit den Nachbarländern blieb mit 22,5 Milliarden Kilowattstunden auch 2008 auf dem hohen Niveau der Vorjahre.

Ziel der Bundesregierung – so das kürzlich veröffentlichte Konzept „Energiepolitik 2020“ – ist es, den Bruttostromverbrauch durch Fortschritte bei der Energieeffizienz von heute 618 bis zum Jahr 2020 unter 550 Milliarden Kilowattstunden zu senken. Kohle und Erdgas sollen im Strommix dann rund 54 Prozent, Kernenergie 8 und erneuerbare Energien 33 Prozent ausmachen.

bal

onen Rechenschritte pro Sekunde – erreichen die modernen Superrechner, indem sie zehntausende von Prozessoren gleichzeitig nutzen. Dafür sind die Rechencodes der

Plasmatheoretiker jedoch nicht von vorneherein geeignet. Um die Computer richtig auszunutzen, müssen daher die Spezialisten in Garching die Programmierung mit raffinierten mathematischen Methoden genau auf die verteilte Rechenkapazität zuschneiden. IPP-Wissenschaftlerin Professor Sibylle Günter, die Vorsitzende des HPC-Rates: „Mit HPC-FF in Jülich und der Expertengruppe in Garching ist die europäische Fusionsforschung mit den nötigen Werkzeugen und Kenntnissen ausgestattet, um die ITER-Experimente effektiv vorzubereiten und auszuwerten. Und wir können jetzt an numerischen Modellen arbeiten, die zum Entwerfen eines Demonstrationskraftwerks gebraucht werden.“ imi

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

## Geothermie

# Strom aus der Tiefe

**E**rdwärme wird in Deutschland vor allem zum Heizen genutzt. Die dritte und derzeit größte Geothermieanlage, die auch Strom erzeugt, wurde Anfang Juni in Unterhaching bei München eingeweiht. Seit zwei Jahren hatte die Anlage bereits in das örtliche Fern-



Kalina-Anlage mit Generator (grün) und Ammoniak-Tank (rosa)

wärmenetz eingespeist, jetzt kommen zu diesen 31 Megawatt Wärme auch 3,4 Megawatt Strom. Das erste deutsche Erdwärme-Heizkraftwerk arbeitet seit 2003 mit einer elektrischen Leistung von 250 Kilowatt in Neustadt-Glewe in Mecklenburg-Vorpommern. 2007 ging im rheinland-pfälzischen Landau eine Drei-Megawatt-Anlage in Betrieb. Wie das Bundesumweltministerium feststellt, ist die Marktentwicklung damit langsamer verlaufen als erwartet, unter anderem wegen der hohen Kosten und Risiken bei der Tiefbohrung. Sieben weitere Projekte zur Strom- und Wärmeerzeugung sind zurzeit im Bau. Das anvisierte Ziel: Bis 2020 soll sich die Stromleistung aus Erdwärmeanlagen auf 280 Megawatt vervierfachen.

Die drei vorhandenen Anlagen zapfen wasserführende Schichten in großer Tiefe an, so genannte Aquifere. Durch eine mehr als drei Kilometer tiefe Bohrung wird in Unterhaching rund 130 Grad heißes Salzwasser gefördert und nach der Strom- und Wärmegewinnung abgekühlt über eine zweite Bohrung wieder zurück in die Tiefe gepumpt – hydrothermale Tiefengeothermie. Die technologische Herausforderung: Um die abgezogene Wärme in einer Dampfturbine in Strom umzuwandeln, sind die Temperaturen des Tiefenwassers in Deutschland – auch an günstigen Stellen – eigentlich zu niedrig. Deshalb nutzt man in Neustadt-Glewe eine organische Flüssigkeit mit niedrigem Siedepunkt unter 100 Grad Celsius zum Antreiben der Dampfturbine. Einen wesentlich effizienteren

Wärmeübergang als das Verdampfen bietet das Entmischen zweier Medien: In Unterhaching wird Wasser und darin gelöstes Ammoniak-Gas eingesetzt. Letzteres entweicht bei steigender Temperatur aus dem Wasser und hat bei 130 Grad genug Wärme-Energie aufgenommen, um eine Turbine anzutreiben. Abgekühlt wird das Ammoniak dann wieder im Wasser aufgenommen. Diese nach ihrem russisch-amerikanischen Erfinder benannte „Kalina-Anlage“ ist weltweit nur dreimal im Einsatz – „eine noch junge Technik, deren wissenschaftliche Beobachtung sehr interessant sein wird“, meint Erdwärmespezialist Dr. Ernst Huenges vom Geoforschungszentrum Potsdam.

Das Unterhachinger Projekt wurde im Jahr 2001 in Angriff genommen. In 15 Jahren, so die Erwartung, soll sich – unterstützt durch Mittel von Bund und Land sowie die 16 Cent pro erzeugter Kilowattstunde, die das Erneuerbare Energien-Gesetz bringt – das Investitionsvolumen von rund 80 Millionen Euro für Heizkraftwerk und Fernwärmenetz amortisiert haben. imi

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

Fotos: Rödl & Partner



Bohren bis in dreieinhalb Kilometer Tiefe.

**IMPRESSUM**

**Herausgeber:**  
 Max-Planck-Institut für Plasmaphysik  
 Postfach 1322, 85741 Garching  
 Tel.: (089) 3299-1288  
 Fax: (089) 3299-2622  
 E-Mail: info@ipp.mpg.de  
 Redaktion: Isabella Milch  
 Gestaltung: Dagmar Aalden  
 Gedruckt auf 100% Recyclingpapier  
 10. Jahrgang 2009  
**Nächste Ausgabe: September 2009**  
**Abonnement:**  
[www.energie-perspektiven.de](http://www.energie-perspektiven.de)  
 ISSN 1438-5708