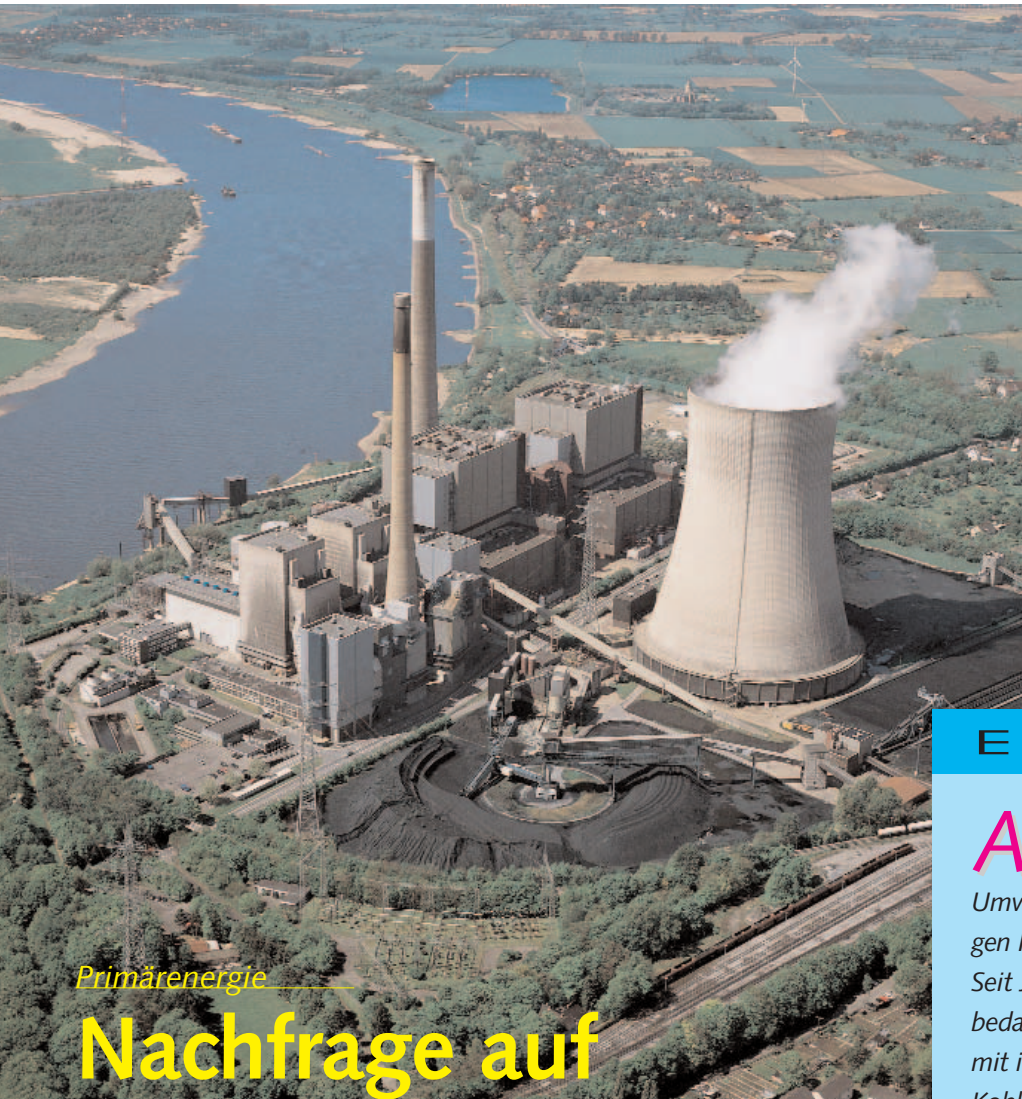


# ENERGIE.....

Ausgabe 3/2005

## Perspektiven

Forschung für die Energieversorgung von morgen



Primärenergie

## Nachfrage auf historischem Hoch

**D**er weltweite Verbrauch an Primärenergie ist im vergangenen Jahr mit 424 Millionen Tonnen Öläquivalent stärker angestiegen als je zuvor. 4,3 Prozent mehr Energie als im Vorjahr wurden verbraucht. Dies erklärte Peter Davies, Chef-Volkswirt des Mineralölkonzerns BP, bei der Vorstellung der

Die weltweit höchste Zuwachsrate unter allen Energieträgern verzeichnete 2004 die Kohle

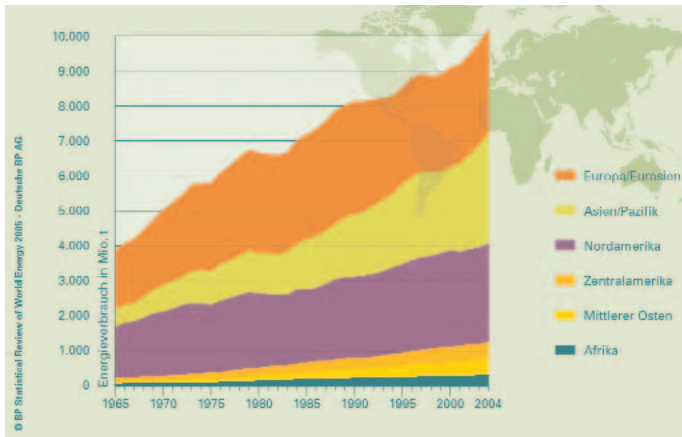
"BP-Weltenergiestatistik 2005". Treibende Kraft für den überall, vor allem aber in China gestiegenen Verbrauch war das starke Wirtschaftswachstum in fast allen Regionen der Erde. Zugleich nahm der Ausstoß des Treibhausgases Kohlendioxid weltweit stärker zu als jemals vorher. Von den wesentlichen Verbrauchern verzeichnete allein Deutschland niedrigere Emissionen als 2003, aber, so Peter Davies, „dort war auch das Wirtschaftswachstum niedrig“.

Foto: Kraftwerk Voerde, STEAG AG

### EDITORIAL

**A**ngesichts der verheerenden Schäden nach dem Hurrikan „Katrina“ verweisen Umweltschützer auf die Defizite der bisherigen Klimavorsorge. Der globale Trend ist fatal: Seit Jahrzehnten steigt der weltweite Energiebedarf an – 2004 mit Rekordzuwachsen – und mit ihm der Ausstoß des klimaschädlichen Kohlendioxids. Sehr mühsam ist dagegen der Klimaschutz auf nationaler Ebene. Trotz großer Anstrengungen musste Deutschland das für 2005 gesetzte ehrgeizige Ziel aufgeben, seine Kohlendioxid-Werte gegenüber 1990 um ein Viertel zu senken. Dennoch: Obwohl kurzfristig wirksame Lösungen nicht in Sicht sind, bleibt die Entwicklung klimafreundlicher Energietechnologien unerlässlich. Die Redaktion

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



Die Entwicklung des Weltenergieverbrauchs nach Regionen (in Millionen Tonnen Öl-äquivalent)

Besonders heftig – um 15,1 Prozent – stieg der Energiebedarf in China, in den letzten drei Jahren zusammen um gewaltige 65 Prozent. Damit geht über die Hälfte des globalen Bedarfswachstums in diesem Zeitraum auf das Konto Chinas, das mittlerweile 13,6 Prozent des weltweiten Energieaufkommens verbraucht. Das Land liegt damit nach den USA – mit 22,8 Prozent – an zweiter Stelle. Zum Vergleich: Deutschland braucht 3,2 Prozent, die gesamte EU 25 mit 16,8 Prozent etwas mehr als China. Alle Primärenergieträger verzeich-

neten Verbrauchszuwächse, die höchsten die Kohle: Ihr Verbrauch, so BP, stieg weltweit um 6,3 Prozent, zwei Drittel davon allein in China. Entsprechend heftig reagierten die Kohlepreise; der europäische Richtpreis erhöhte sich um 69 Prozent. An Erdöl wurde 3,4 Prozent mehr verbraucht als im Vorjahr, die höchste Wachstumsrate seit 1978. Dabei war der steigende chinesische Bedarf für mehr als ein Drittel des Anstiegs verantwortlich. Trotz der Rekordpreise – im Jahresmittel 38,3 US-Dollar pro Fass – blieb die Nachfrage sehr hoch: Die Ölförderung überschritt

erstmals 80 Millionen Fass pro Tag. Gestiegen ist auch der weltweite Gasverbrauch und mit ihm der Preis. Deutschland lag dabei mit einem Mehrverbrauch von 7,5 Prozent deutlich über dem weltweiten Schnitt von 3,3 Prozent. Die globale Energieerzeugung aus Atomkraftwerken stieg um 4,4, die aus Wasserkraft um 5 Prozent. Besonders groß war der Anstieg in China und Indien, wo neue Wasserkraftwerke in Betrieb gingen. Die übrigen erneuerbaren Energien wuchsen weiterhin schnell, aber auf niedrigem Niveau. Davies weist darauf hin, dass nicht etwa knapp werdende Ressourcen die Energiepreise des Jahres 2004 in die Höhe getrieben hätten, sondern der Mangel an Produktionskapazitäten, die der steigenden Nachfrage schnell genug hätten folgen können: „Wenn man die heutige Produktionsrate zugrunde legt, sind Ölreserven für mehr als 40 Jahre vorhanden, Gasreserven für 67 und Kohlereserven für 164 Jahre“.

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

## Osmose-Kraftwerk

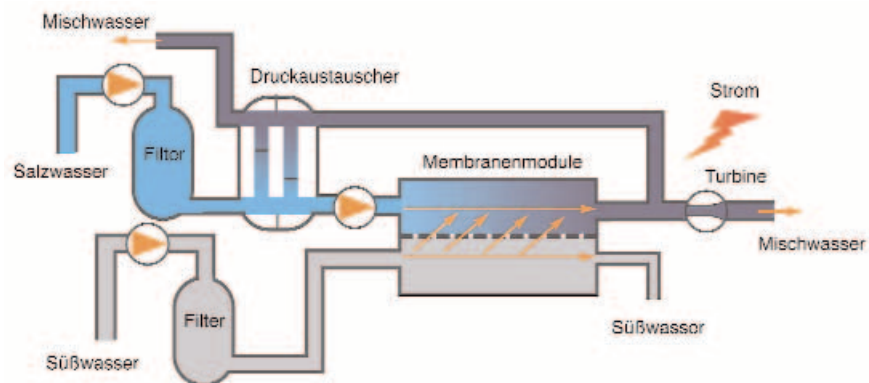
# Die Mischung macht's

Das Ziel, Energie ohne Freisetzung von klimaschädlichem Kohlendioxid zu erzeugen, hat die Entwicklung regenerativer Energiequellen wie Solar- oder Windkraftwerke stark vorangetrieben. Relativ neu ist das Konzept der „Osmose-Kraftwerke“. Hier soll die Energie genutzt werden, die beim Mischen von Süß- und Salzwasser, etwa an Flussmündungen, frei wird. Dahinter steckt folgende Idee: Trennt man zwei mit Süß- bzw. Salzwasser gefüllte Bassins durch eine Membran, die für Wasser durchlässig ist, Salz aber zurückhält, dann strömt – in dem Bestreben, den Konzentrationsunterschied auszugleichen – mehr Wasser in das Salzwasserbecken als umgekehrt. Durch diesen „Osmose“ genannten Prozess baut sich zwischen beiden Becken ein Druckgefälle auf, das bis zu

27 bar betragen kann. Hält man die Druckdifferenz konstant, indem man bestimmte Mengen des Mischwassers abfließen lässt, dann kann man damit eine Strom erzeugende Turbine antreiben. Ein nach diesem Prinzip arbeitendes Kraftwerk ähnelt einer rückwärts laufenden Meerwasserentsalzungsanlage. Die Effizienz einer solchen Anlage

steht und fällt mit der Qualität der Membran, die gleichzeitig Salz zurückhalten und möglichst viel Süßwasser durchlassen soll. Die Entwicklung hochwertiger Membranen war daher ein Schwerpunkt des Projektes „Salinity Power“, das von 2001 bis 2004 von der EU mit 2,5 Millionen Euro gefördert wurde. Partner in dem Projekt waren neben dem norwegischen Stromkonzern Statkraft, der das Vorhaben initiierte, mehrere europäische Universitäten und Forschungszentren, darunter auch die GKSS in

Grafik: Statkraft



Prinzip eines Osmose-Kraftwerks

Foto: Statkraft



In Röhrenmodulen sind Süß- und Salzwasser durch halbdurchlässige Membranen getrennt



einer Leistung von rund 25 Megawatt würde dann aus mehreren solcher Röhrenmodule bestehen und wäre mit einer Fläche von 40 000 Quadratmetern etwa so groß wie eine Sportanlage. Experten schätzen, dass solche Kraftwerke schon in etwa zehn Jahren mit anderen erneuerbaren Energiequellen konkurrieren könnten.

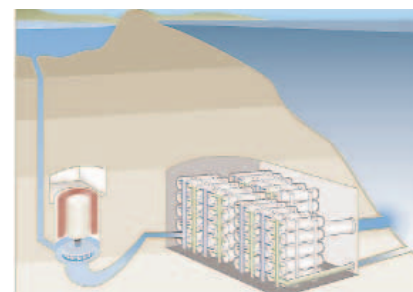
Olivia Meyer

➔ Weiteres:

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

Geesthacht bei Hamburg. Hier gelang es Wissenschaftlern, die erzielbaren Stromleistungen von anfänglich 0,02 auf 2 Watt pro Quadratmeter Membran zu steigern. In der jetzt laufenden zweiten Projektphase, die vom Land Norwegen und dem Statkraft-Konzern finanziert wird, peilen die GKSS-Forscher die für Wirtschaftlichkeit notwendige Leistung von 5 Watt pro Quadratmeter an.

Für die Erzeugung von 1 Megawatt Stromleistung braucht man selbst bei hoher Qualität etwa 200 000 Quadratmeter Membran. Um diese Fläche kompakt unterzubringen, sollen die Membranen aufgewickelt bzw. zu Hohlfasern verarbeitet und in Röhren gesteckt werden. Ein Prototyp eines solchen Röhrenmoduls, sozusagen ein Mini-Kraftwerk, wird derzeit im Hafen von Trondheim erprobt. Ein Osmose-Kraftwerk mit



Grafik: Statkraft

So könnte das Kraftwerk aussehen

## Erneuerbare Energien

# Deutsche Rekorde

Nirgends hat die Nutzung erneuerbarer Energien in den vergangenen Jahren so stark zugenommen wie in Deutschland. Hier sind die Fördermaßnahmen, die regenerative Energien langfristig wettbewerbsfähig machen sollen, besonders intensiv. Vor allem die Stromerzeugung aus Erneuerbaren wird in Deutschland unterstützt: Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) regelt Mindestvergütungen für die Netzeinspeisung und die Übertragung der Mehrkosten auf die Stromverbraucher. „Seit 1998 hat sich der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch bei uns verdoppelt, die aus Wind produzierte Strommenge versechsfacht und aus Biomasse verdreifacht“, lobte Bundesumweltminister Jürgen Trittin die Wirkung des Gesetzes. Die Mindestvergütungssätze des EEG für Strom aus Wasserkraft, Deponie-, Klär- und Grubengas, Biomasse, Geothermie, Wind- und Solarenergie liegen für Anlagen, die 2004 in Betrieb genommen bzw.



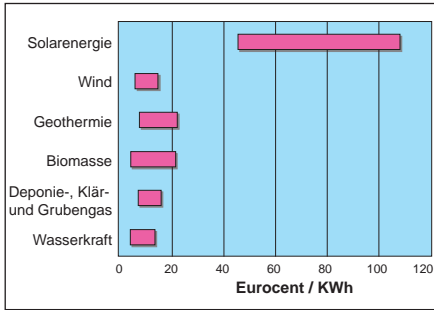
Foto: BilderBox



- Dank der hohen Fördersätze für Solarstrom wurde Deutschland 2004 „Fotovoltaik-Weltmeister“
- 
- 

erneuert wurden, zwischen 3,7 und 62,4 Eurocent pro eingespeister Kilowattstunde. Sie werden, abgesehen von Wasserkraft, für 20 Jahre gezahlt. Für später errichtete Anlagen nimmt die Vergütung kontinuierlich ab. Dank der hohen Fördersätze insbesondere für Solarstrom ist Deutschland mittlerweile „Fotovoltaik-Weltmeister“: Im vergangenen Jahr überstieg der Zubau von 300 Megawatt erstmals den des bisherigen Spitzenreiters Japan. Inzwischen entfällt auf Deutschland gut ein Fünftel der weltweit installierten Fotovoltaik-Kapazität, bei Wind sogar ein Drittel.

Am deutschen Bruttostromverbrauch haben erneuerbare Energien, so bilanziert das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) in Berlin, 2004 einen Anteil von insgesamt 9,3 Prozent erreicht. Am meisten trugen Wind- und Wasserkraft bei mit 4,2 und 3,5 Prozent, Fotovoltaik erreichte 0,1 Prozent. Dafür wurde den Stromkunden über das Erneuerbare-Energien-Gesetz nach Angaben des Verbands der Netzbetreiber Kosten von 3,4 Milliarden Euro berechnet. Das eigentliche Fördervolumen ergibt sich jedoch erst aus der Differenz zwischen dieser Vergütung und dem Wert des eingespeisten Stroms. Weil er insbesondere von der zeitlichen Charakteristik der Netzeinspeisung abhängt, ist er von Technik zu Technik verschieden. Mit einem zugrunde gelegten Durchschnittswert von 2 Eurocent je Kilowattstunde errechnet das DIW für das Jahr 2004 ein Fördervolumen von 2,6 Milliarden Euro oder – bezogen auf den gesamten Bruttostromverbrauch in Deutschland – von 0,4 Eurocent je Kilowattstunde. Trotz dieser Maßnahmen hängt Deutschland noch etwas hinter den von der Europäischen Gemeinschaft übernommenen Vorgaben zurück: 2001 hatte man EU-weit vereinbart, den Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch bis



Grafik: nach DIW

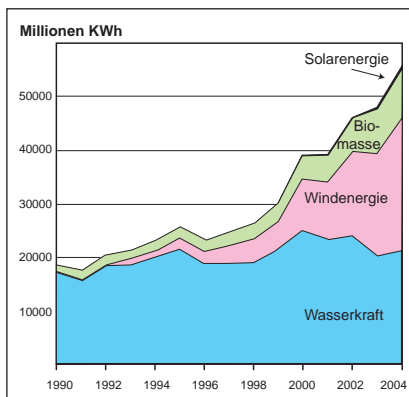
Die Vergütungssätze des Erneuerbare-Energien-Gesetzes für Strom aus erneuerbaren Energien (für Anlagen, die 2004 in Betrieb gingen)

2010 auf 22 Prozent anzuheben. Für Deutschland bedeutet dies, den regenerativen Anteil am Stromverbrauch von damals knapp sieben bis 2010 auf 12,5 Prozent zu steigern; bis 2020 wird eine weitere Erhöhung auf 20 Prozent angestrebt. Wird die gegenwärtige Förderpolitik fortgesetzt, kann dieses Ziel auch erreicht werden, so die Prognose des Energiewirtschaftlichen Instituts der Universität Köln und der Prognos AG vom April 2005.

Dennoch besteht in Deutschland, vor allem aber in der übrigen EU noch erheblicher Handlungsbedarf, meint das DIW: „Angesichts der Entwicklung in den vergangenen Jahren, aber auch der zahlreichen Versuche von einigen Ländern, ihre Ziele zu relativieren, ist hier gegenwärtig allenfalls verhaltener Optimismus angebracht“.

imi

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



Grafik: nach AGEE-Stat, DIW

Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien von 1990 bis 2004

Ähnlich wie in den Vorjahren sind auch 2004 die deutschen Kohlendioxid-Emissionen kaum noch gesunken, bilanziert das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung DIW. Von den seit 1990 erreichten 16 Prozent Minus gingen vier Fünftel auf das Konto der Wiedervereinigung. Das frühere Ziel der Bundesregierung – Reduktion um ein Viertel bis 2005 – musste daher aufgegeben werden. Dabei zählt Deutschland zu den wenigen Industrieländern, deren Kohlendioxid-Ausstoß nach 1990 überhaupt abgenommen hat. Dem im Kyoto-Protokoll festgelegten Ziel – 21-prozentige Abnahme aller Treibhausgase bis 2012 – ist man schon recht nahe. Ohne Fortführung der klimapolitischen Maßnahmen könnte es dennoch verfehlt werden, warnt das DIW. Und: Anders als Energiesektor, Industrie, Handel und Gewerbe trugen private Haushalte und Verkehr bisher nur wenig zur Emissionsminderung bei.

bal

ment. Und die physikalischen Grundlagen für ITER wurden in wesentlichen Teilen im IPP entwickelt.“ Möglich wurde die Auswahl von Cadarache, nachdem Japan nach fast zweijährigen zähen Verhandlungen sein Standortangebot Rokkasho zurückgezogen hatte. Zum Ausgleich wurden dem Land Vorzugsbedingungen eingeräumt: Neben dem Gastgeber Europa, der die Hälfte der Investitionskosten von 4,6 Milliarden Euro übernimmt, tragen die übrigen Partner je 10 Prozent. Die japanische Industrie kann jedoch Fertigungsaufträge im Umfang von 20 Prozent der Kosten übernehmen. Zudem wird die EU zu weiteren Forschungsprojekten in Japan beitragen, die das ITER-Projekt ergänzen.

imi

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

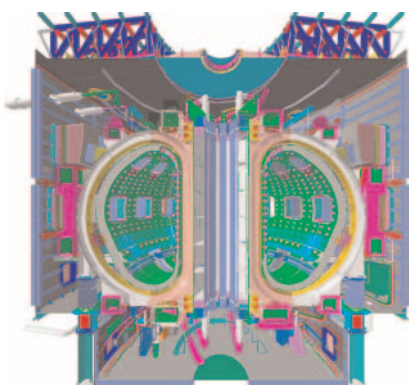
Kernfusion

# Standort für ITER liegt fest

Die Entscheidung für den Bau der internationalen Fusions-testanlage ITER ist gefallen: Standort der Forschungsanlage wird Cadarache in Südfrankreich. Dies haben die Vertreter der Pro-

jektpartner – Europa, Japan, Russland, die USA, China und Südkorea – im Juni beschlossen. Kurz danach hat auch Indien angeboten, sich als voller Partner zu beteiligen. Der Experimentalreaktor ITER (lat.: ‚der Weg‘) ist der nächste große Schritt auf dem Weg zu einem Fusionskraftwerk. Mit einer Fusionsleistung von 500 Megawatt soll er zeigen, dass sich – ähnlich wie in der Sonne – durch Kernverschmelzung Energie gewinnen lässt. Bundesforschungsministerin Edelgard Bulmahn begrüßte die Entscheidung: „Der europäische Standort bietet Deutschland optimale Möglichkeiten für eine Zusammenarbeit in der Forschung und der deutschen Industrie die Chance für lukrative Aufträge.“ Auch Prof. Dr. Alexander Bradshaw, der Direktor des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik (IPP) in Garching, freute sich: „Die Auswahl von Cadarache unterstreicht die führende Rolle des europäischen Fusionsprogramms. Zum Beispiel ist der bisherige Rekordhalter der Fusion, der Joint European Torus JET in Großbritannien, ein europäisches Gemeinschaftsexperi-

Grafik: ITER



Der Experimentalreaktor ITER

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](mailto:info@ipp.mpg.de)  
 Redaktion: Isabella Milch  
 Gestaltung: Dagmar Aalden  
 Gedruckt auf 100% Recyclingpapier  
 6. Jahrgang 2005  
**Nächste Ausgabe: Dezember 2005**  
**Abonnement:**  
[www.energie-perspektiven.de](http://www.energie-perspektiven.de)  
 ISSN 1438-5708