

# ENERGIE.....

Ausgabe 2/2010

## Perspektiven

Forschung für die Energieversorgung von morgen

Erneuerbare Energien

### Erster deutscher Offshore-Windpark



Der Windpark Alpha Ventus vor der Küste der Insel Borkum

Deutschlands erster Hochsee-Windpark „alpha ventus“ wurde Ende April offiziell eröffnet. In 30 Meter tiefem Gewässer 45 Kilometer vor der Küste der Insel Borkum haben die Energieversorger EWE, EON und Vattenfall gemeinsam für 250 Millionen Euro zwölf Windräder mit jeweils fünf Megawatt Leistung errichtet (siehe Energie-Perspektiven 1/2008). Seit Mitte letzten Jahres speisen sie Strom in das deutsche Netz.

Bei der Eröffnung wies Bundesumweltminister Dr. Norbert Röttgen auf die zentrale Rolle der Windenergie im künftigen Energiemix hin: „Unser Ziel ist eine installierte Offshore-Leistung von 25.000 Megawatt bis zum Jahr 2030.“ Alpha ventus sei die Pionierarbeit, die das Tor ins Zeitalter der Erneuerbaren weit öffne. Investoren, Anlagenhersteller und Netzbetreiber seien mit dem Testfeld ein hohes Risiko eingegangen. Die beim Bau

Foto: Alpha-Ventus

#### EDITORIAL

Vor allem um Energieressourcen geht es in der aktuellen Ausgabe von Energie-Perspektiven: Wann das Erdöl seinen Fördergipfel erreichen wird, versucht man mit Modellrechnungen vorherzusagen. Deren Basis könnte sich ändern, wenn – wie beim Erdgas – unkonventionelle Lagerstätten ins Spiel kämen: Zumindest in den USA haben derartige, bislang ungenutzte Gasvorkommen stark an Bedeutung gewonnen. Jetzt sollen sie auch in Europa erforscht werden. Während Finnland neben den fossilen Energien vor allem auf Kernkraft setzt, beginnt man in Deutschland gerade, den Wind auf hoher See anzuzapfen. Die Redaktion

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

gesammelten Erfahrungen würden allen künftigen Offshore-Windparks zugute kommen. Weltweit hat man keine Erfahrungen mit dem Bau und Betrieb von Windrädern in vergleichbarer Wassertiefe und in so großer Entfernung vor der Festlandküste. Vor allem aus Naturschutzgründen können in Deutschland die meisten Offshore-Windparks nur weit draußen im Meer in 30 bis 100 Kilometer Entfernung von der Küste errichtet werden. In dem tiefen Wasser sind die Anforderungen an

Fundament und Turm des Windrades wesentlich höher als in Küstennähe oder gar an Land. Auch Netz-anbindung und Wartung sind viel schwieriger; das raue Seeklima macht zudem einen besonderen Korrosionsschutz nötig: Windparks auf See sind daher viel teurer als an Land. Während alpha ventus zwar Strom gewinnen, vor allem aber als Testfeld für Naturschutz-Forschung und die weitere Entwicklung der Offshore-Technologie dienen soll, hat bereits der Bau des ersten

kommerziellen Hochsee-Windparks begonnen. Rund hundert Kilometer nordwestlich von Borkum steht seit einigen Wochen das erste Fundament des Windparks „BARD Offshore 1“. In dem 40 Meter tiefen Wasser sollen bis Mitte 2011 insgesamt 80 Windräder der Fünf-Megawatt-Klasse aufgestellt werden. Bereits in diesem Sommer sollen die ersten Anlagen ans Netz gehen, verspricht die BARD-Holding. 26 Windparks – über 2000 Windräder mit einer Maximalleistung von mehr als 14 Gigawatt – hat die in Nord- und Ostsee zuständige Aufsichtsbehörde, das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, bisher genehmigt. Motiviert durch die Förderung des Erneuerbare Energien-Gesetzes laufen derzeit Genehmigungsverfahren für 51 weitere Projekte. imi

## Windenergie global

Weltweit ist die installierte

Gesamtkapazität an Windkraft an Land und auf See im letzten Jahr um rund 37,5 auf insgesamt 158 Gigawatt gestiegen, so das Industrieforum Global Wind Energy Council (GWEC). Dies entspricht grob geschätzt 2 Prozent der weltweiten Stromproduktion. Erstmals allen Ländern voraus war dabei China mit dem größten Jahreszuwachs von rund 13 Gigawatt, gefolgt von den USA, Spanien und an vierter Stelle im weltweiten Ranking Deutschland. 2009 wurden hier 1,9 Gigawatt Windleistung zugebaut, insgesamt 25,8 Gigawatt sind erreicht – davon rund 0,3 Prozent offshore.

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

### Klimaschutz

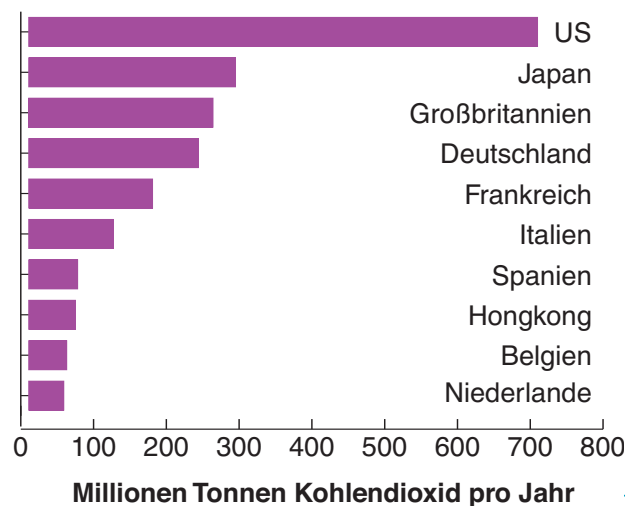
# Schiefe Bilanzen

Die Konsumenten in den USA, Deutschland und vielen weiteren reichen Ländern sind für mehr Treibhausgas-Emissionen verantwortlich als bislang berechnet, so eine Analyse von Steven Davis und Ken Caldeira von der Carnegie Institution in Stanford, USA. Denn: In die bisherige Kalkulation geht immer nur jene Kohlendioxid-Menge ein, die innerhalb der Landesgrenzen frei wird. Strom und Öl, die etwa in China für die Produktion einer deutschen Bestellung verbraucht werden, belasten nicht die deutsche, sondern die chinesische Klimabilanz. International wurde so 2004 – neuere Zahlen lagen den Forschern nicht vor – fast ein Viertel des Kohlendioxid-Ausstoßes ausgelagert. „Einige Länder, etwa die Schweiz, verlangen mehr als die Hälfte ihrer Kohlendioxid-Emissionen“, so die Wissenschaftler. Caldeira und Davis haben Daten über Warenströme aus 57 Industrie-

sektoren und 113 Ländern gesammelt und in ein Computermodell übertragen. Darin ließen sich verschiedenen Produktionszweigen Kohlendioxid-Mengen zuordnen, um Im- und Exporte des Treibhausgases zu berechnen: „Wo das Kohlendioxid freigesetzt wird, ist für das Klima egal“, erklärt Davis. Für

die Autoren steht fest, dass diese Daten in die Vereinbarungen zum Klimaschutz einbezogen werden müssen. Der neuen Kalkulation zufolge ist China mit weitem Abstand der größte Kohlendioxid-Exporteur: Rund 1,1 Milliarden Tonnen stößt das Land aus, weil Waren und Dienstleistungen für andere Staaten erbracht wurden. Auf Rang 2 steht Russland mit 0,286 Milliarden Tonnen. Demgegenüber stehen Länder, die besonders viel Kohlendioxid importieren. Rang 1 nehmen mit

Daten: PNAS, Grafik: IPP



Wer ist verantwortlich für die Emissionen, die bei der Güterherstellung freigesetzt werden, der Produzent oder der Verbraucher? Die Grafik zeigt die zehn größten Kohlendioxid-Importeure – Deutschland steht auf Platz 4.



0,699 Milliarden Tonnen die USA ein. Deutschland importiert 0,233 Milliarden Tonnen: Platz 4. In der auf dem gesamten Konsum eines Staates beruhenden Rechnung von Davis und Caideira nehmen die USA den Spitzenplatz beim Ausstoß von Kohlendioxid ein. 2004 war das Land insgesamt für 6,4 Milliarden Tonnen Kohlendioxid „zuständig“. Es folgt China mit 3,9 Milliarden Tonnen. Dann kommen Japan (1,6 Milliarden), Indien (1,3 Milliarden), Russland (1,2 Milli-

arden) und auf Platz 6 Deutschland (1 Milliarde). Auf dem letzten Rang liegt der afrikanische Staat Malawi: 0,002 Milliarden. Bereits 2007 hatte eine Gruppe um den Ökonom Dieter Heim an der britischen University of Oxford die Kohlendioxid-Bilanz Großbritanniens kritisiert: Das Land präsentiere sich mit guten Kohlendioxid-Zahlen. Dabei würden die auf Bestellung britischer Konsumenten anfallenden Emissionen in anderen Ländern unter den Tisch fallen gelas-

sen. Wer das ins Ausland verlagerte Kohlendioxid berücksichtige, komme zu dem Schluss, dass der beeindruckende britische Kohlendioxid-Rückgang seit 1990 um 15 Prozent in Wahrheit ein Anstieg um 19 Prozent sei. Dies bedeute zugleich, dass die USA und Europa drastischere Schritte beim Klimaschutz einleiten müssten.

Thilo Resenhoeft, dpa

➡ Weiteres:

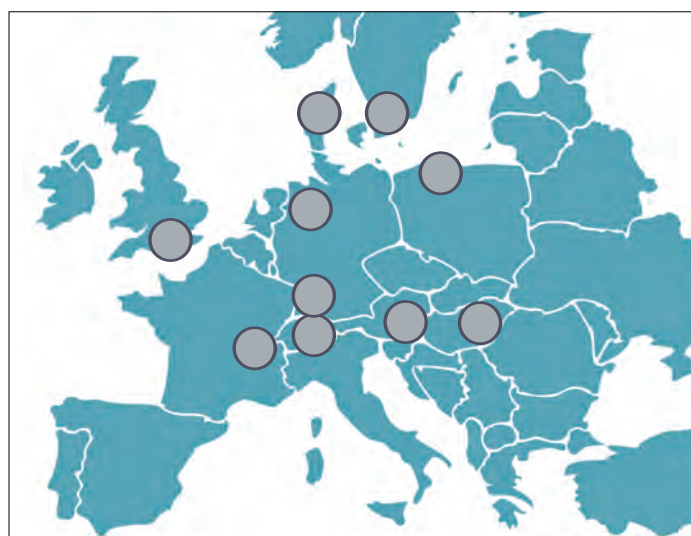
[www.energie-perspektiven.de](http://www.energie-perspektiven.de)

## Fossile Brennstoffe

# Gasreserven im Tongestein

**W**issenschaftler und Energiewirtschaft sind in Europa einem neuen Energiereservoir auf der Spur – Erdgas in dichten Tonsteinen wie Schiefer, genannt Shale Gas. Es zählt zu den unkonventionellen Erdgasformen, die bisher mangels geeigneter Technik oder wegen zu hohen Aufwands kaum angezapft werden. Shale Gas sitzt entweder in Gesteinsporen fest oder ist in undurchlässigen Tonsteinpaketen gebunden. Es kann – anders als konventionelles Gas, das in porösen Reservoirs lagert – nicht frei aus dem Bohrloch strömen. Deshalb wird die Bohrung, sobald sie die gashaltige Schicht erreicht, umgelenkt und verläuft viele hundert Meter waagrecht weiter. Zusätzlich muss Wasser eingepresst werden, um Risse im Schiefer zu erzeugen. So wird das Gestein durchlässiger und das Gas entweicht besser. Erst seit dem Anstieg der Energiepreise

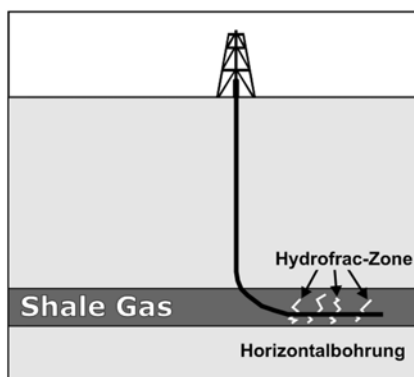
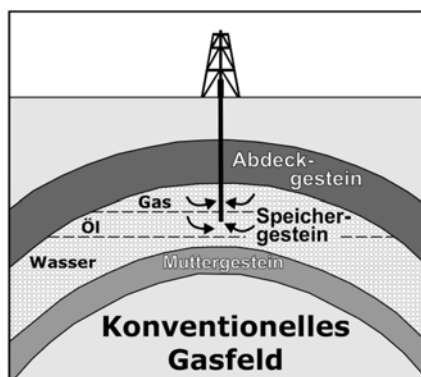
Grafiken: GFZ



Shale Gas-Vorkommen in Europa

lohnt sich diese Mühe. In den USA, wo besonders viel Shale Gas zu finden ist, stammen bereits zehn Prozent des geförderten Erdgases aus Tonsteinen. Experten schätzen die weltweiten Vorräte an Shale Gas auf 450 Billionen Kubikmeter. Das ist ungefähr soviel, wie uns noch an konventionellem Gas zur Verfügung steht. Im Mai 2009 startete im Rahmen des von der Industrie geförderten Forschungsprojekts GASH (Gas Shales in Europe) eine Bestandsaufnahme möglicher Shale Gas-Vorkommen in Europa. Immerhin 14

Billionen Kubikmeter Gas könnten hier im Tonstein lagern. Der leitende GASH-Geologe, Dr. Hans-Martin Schulz vom GeoForschungs-Zentrum Potsdam, umreißt die Projektziele: „Zum einen soll eine Datenbank für Gesteinsvorkommen, in denen sich Shale Gas bilden kann, aufgebaut werden. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von Einzelprojekten, die sich mit den grundlegenden Prozessen zur Bildung von Shale Gas beschäftigen. Sie untersuchen zum Beispiel verschiedene Gesteine und vergleichen sie mit dem Barnett Shale,



Anders als konventionelles Erdgas kann im Schiefer gebundenes Shale Gas nicht frei strömen. Deshalb wird die Bohrung in der gashaltigen Gesteinsschicht waagrecht umgelenkt. Zusätzlich macht eingepresstes Wasser das Gestein durchlässiger.

dem bekanntesten Vorkommen in den USA". Zwar gibt es in den USA Erfahrungen mit der neuen Erdgasform, aber die geologischen Gegebenheiten in Europa sind völlig anders. Tektonische oder geochemische Kriterien, die auf Shale Gas hinweisen, lassen sich nicht direkt übertragen.

Die zehn Industriepartner sind teilweise bereits auf dem Gebiet aktiv. In Polen etwa unternimmt der Ölfeldausrüster Schlumberger im Rahmen eines Joint Ventures mit der polnischen 3Legs plc. erste Probebohrungen. In Niedersachsen fahndet Exxon Mobile nach gashaltigen Tonsteinschichten.

Auch erste Bedenken werden angemeldet: Die Energy Watch Group, ein internationaler Zusammen-

schluss von Wissenschaftlern und Parlamentariern, präsentierte kürzlich eine Studie zum Thema. Darin prangert der Energieexperte Werner Zittel den Flächenverbrauch und den hohen Grundwasserbedarf des Shale Gas-Abbaus an – ein Umstand, den auch Schulz bestätigt:

„In den USA wird Shale Gas in wenig besiedelten Gebieten gefördert und der Wasserverbrauch ist in der Tat hoch. Für Europa müssten, vorausgesetzt man findet wirtschaftlich realisierbare Shale Gas-Vorkommen, entsprechend verträglichere Abbautechniken entwickelt werden“.

Christine Rüth

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

## Brennstoff-Reserven

# Der Öl-Gipfel

Die weltweite Ölproduktion wird bereits im Jahr 2014 ihren Höhepunkt erreichen – fast ein Jahrzehnt früher, als bisher angenommen. Das prognostizieren Wissenschaftler der Kuwait University und der Kuwait Oil Company mit einem neuen Modell.

Alle bisherigen Modelle sagten den „Öl-Gipfel“ – den Zeitpunkt, an dem die Ölproduktion das Maximum erreicht, dann stetig abfällt und schließlich gänzlich erschöpft ist – für 2020 oder später voraus. Dies schreiben die Forscher um Ibrahim Nashawi im Journal „Energy & Fuels“ der American Chemical Society. Ihr Modell berücksichtigt mehr Faktoren und sei deshalb exakter.

Sie berechneten die Produktionsentwicklung der 47 größten Öl produzierenden Länder. Nashawi und seine Kollegen schätzen die letzten Reserven auf 2140 Milliarden Barrel, wovon noch 1161 Milliarden Barrel gewonnen werden können. Gut zwei Drittel dieser Menge gehört Staaten, die Mitglied in der Organisation erdölexportierender Länder (OPEC) sind, darunter die Vereinigten Arabischen Emirate, Venezuela, Indonesien, Kuwait, Iran und Irak. Ihre Produktion wird laut Modell den Gipfel im Jahr 2026 erreichen. Andere Staaten wie China, USA, Mexiko, Norwegen, Russland und Kanada, die nicht zur OPEC zählen, sind bereits auf absteigendem Ast. Sie erreichten ihr Produktionsmaximum im Jahr 2006. Insgesamt werden jährlich 2,1 Prozent der gesamten globalen Reserven ausgeschöpft.

dpa/fvt

Foto/Grafik: TVO



Fotomontage: Der finnische Standort Olkiluoto mit vier Reaktoren, links der neue EPR, hinten das geplante Kraftwerk Olkiluoto 4.

## Kernkraft

# Neue Reaktoren für Finnland

Das finnische Parlament genehmigte den Bau von zwei neuen Kernkraftwerken. Im Norden Finnlands wird der Energieversorger Fennovoima einen Reaktor errichten, TVO will sein viertes Kernkraftwerk in Olkiluoto im Südwesten bauen. Die Anlagen sollen 2020 ans Netz gehen. Mit Olkiluoto 4 wurde zudem ein Antrag der Entsorgungsfirma Posiva Oy genehmigt, das am gleichen Standort geplante Endlager für hochradioaktive Abfälle zu erwei-

tern. Die zwei älteren TVO-Reaktoren in Olkiluoto werden zurzeit modernisiert, zudem errichtet das Konsortium AREVA-Siemens dort gerade Olkiluoto 3, den weltweit ersten Europäischen Druckwasserreaktor (EPR). Die schlüsselfertig und zum Festpreis bestellte Anlage soll nach mehrjähriger Verzögerung 2013 den Betrieb aufnehmen.

bal

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

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  
11. Jahrgang 2010

**Nächste Ausgabe: September 2010**

### Abonnement:

[www.energie-perspektiven.de](http://www.energie-perspektiven.de)  
ISSN 1438-5708