

ENERGIE

Ausgabe 1/2017

Perspektiven

Forschung für die Energieversorgung von morgen

Dicke Rohre transportieren das Rauchgas aus dem Kohlekraftwerk W. A. Parish in die Abtrennanlage Petra Nova. In dem großen Absorberturm wird das Kohlendioxid aus dem Rauchgas ausgewaschen.

Foto: NRG Energy

Fossile Energie

Projekt „Saubere Kohle“

Das Kraftwerk W. A. Parish im texanischen Thompsons ist eines der größten Kohlekraftwerke der USA. Hier ging im Januar das weltgrößte System zur Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid in Betrieb: Petra Nova.

Aus dem Rauchgas einer der acht Kraftwerkseinheiten soll die Anlage über 90 Prozent des Verbrennungsprodukts Kohlendioxid abtrennen – 5000 Tonnen pro Tag. Das komprimierte und verflüssigte Gas fließt durch eine Pipeline 130 Kilometer weiter in das West Ranch-Ölfeld. Dort wird es untertage gepresst, um Erdöl aus der schwächelnden Lagerstätte herauszudrücken. Die Betreiber – NRG Energy, JX Nippon und Hilcorp – erwarten, dass mit diesem „Enhanced Oil Recovery“ genannten Verfahren (siehe Energie-Perspektiven 3/2002) die Fördermengen in den nächsten Jahren bis auf das Fünfzigfache wachsen und zugleich 1,6 Millionen Tonnen klimaschädliches Kohlendioxid jährlich unterirdisch entsorgt werden können.

EDITORIAL | Für Solar- und Windstrom hätten die Wetterbedingungen im vergangenen Jahr günstiger sein können. Trotz Zubau im Gigawattbereich ist der Ertrag von Photovoltaikanlagen und Windrädern an Land nicht gewachsen (siehe Seite 4). Anders auf hoher See, wo fast 50 Prozent mehr Windstrom geerntet werden konnte als im Vorjahr. In Deutschland sowie weltweit ist jedoch nach wie vor die Kohle der Stromerzeuger Nummer eins – und zugleich eine der größten Quellen des klimaschädlichen Kohlendioxids. Zwei Modellprojekte in den USA erproben durch Auffangen des Treibhausgases im Kraftwerk und anschließende Speicherung (siehe Seite 1) den Weg zu sauberer Kohle.

Die Redaktion

Ergänzt werden die Kurzbeiträge durch weiterführende Artikel im Internet.

Fortsetzung auf Seite 2

Die mit der Ölförderung verbundenen Gewinne sollen dabei einen Teil der Verluste ausgleichen, die durch die Kohlendioxid-Abscheidung entstehen. Denn der Prozess verbraucht Energie, was den Wirkungsgrad des Kraftwerks mindert.

Mit drei Jahren Bauzeit und Kosten von einer Milliarde US-Dollar wurden Zeitplan und Budget eingehalten, betonen die Betreiber. Nicht nur dies unterscheidet Petra Nova von einem weiteren Saubere-Kohle-Projekt in Texas, dem Braunkohle-Kraftwerk in Kemper County. In der 580-Megawatt-Anlage soll das Kohlendioxid nicht, wie mit Petra Nova, nach dem Verbrennen der Kohle aus dem Abgas abgetrennt werden, sondern vorher, was technisch wesentlich anspruchsvoller ist. Dazu wird die Braunkohle zunächst vergast. Es entsteht Kohlendioxid, das abgetrennt, sowie Wasserstoff, der verbrannt wird. Vorteil eines solchen Kombikraftwerks mit integrierter Kohlevergasung – englisch „Integrated Gasification Combination Cycle“ oder kurz IGCC – sind geringere Effizienzverluste.

In Kemper sollen 65 Prozent des Kohlendioxids – drei Millionen Tonnen pro Jahr – aufgefangen und zur Ertragssteigerung in ein benachbartes Ölfeld gepumpt werden. Die Emissionen sanken damit auf das Niveau eines Erdgas-Kraftwerks, dem klimafreundlichsten fossil befeuerten Kraftwerkstyp – die Erdöl-Emissionen dabei allerdings nicht berücksichtigt. Die Bauarbeiten für Kemper begannen 2010. Der vier Jahre später

geplante Betriebstermin wurde jedoch ebenso wenig gehalten wie die veranschlagten Kosten, die von 2,2 auf heute sieben Milliarden US-Dollar stiegen. Das Management, nicht die Technologie sei das Problem, zitiert die New York Times ehemalige Mitarbeiter. Viel erkläre sich jedoch auch dadurch, sagt Howard Herzog vom Massachusetts Institute of Technology, dass zahlreiche, völlig neuartige Technologien zu verwirklichen und aufeinander abzustimmen seien, und zwar nicht in einer Versuchsanlage, sondern in Kraftwerksgröße.

Petra Nova und Kemper gehören zu einer Reihe kommerzieller, aber vom Energieministerium finanziell geförderter Modellprojekte, die im Rahmen der „Clean Coal Power Initiative“ bis 2016 ans Netz gehen sollten. Das Ziel: den Kohlendioxidausstoß der USA senken und dennoch die üppigen heimischen Kohlevorräte nutzen und Arbeitsplätze erhalten. Heute ist Petra Nova das einzige laufende Großprojekt des Landes; Kemper könnte dieses Jahr folgen.

Weltweit gesehen ist zurzeit einzig in Kanada ein Kraftwerk mit Kohlendioxid-Abtrennung in Betrieb, das 110-Megawatt-Braunkohlekraftwerk Boundary Dam. Geplant sind acht weitere Projekte in China, Großbritannien und Südkorea. Pläne in Deutschland (Energie-Perspektiven 4/2014) wurden aufgegeben.

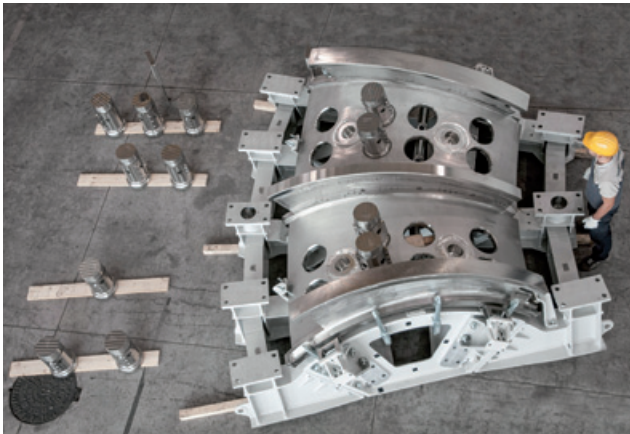
imi

 www.energie-perspektiven.de

Fusionsforschung

ITER – Fertigung in aller Welt

Foto: Walter Tosto



Teil des doppelwandigen, stählernen Plasmagefäßes während der Fertigung in Italien.

Aufgeteilt auf die sieben Projektpartner China, Europa, Indien, Japan, Russland, USA und Südkorea ist die Herstellung der Bauteile für den internationalen Fusionstestreaktor ITER weltweit in vollem Gange. ITER soll zeigen, dass es möglich ist, durch Verschmelzung von Atomkernen Energie zu gewinnen.

Die achtzehn großen supraleitenden Magnetspulen zum Beispiel, die den Hauptteil des magnetischen Käfigs für das Plasma aufbauen, werden je zur Hälfte in Japan und Europa gefertigt. Im Oktober letzten Jahres

hat ein italienisches Konsortium das erste Wickelpaket fertiggestellt, im Januar war das erste japanische vollendet: Das empfindliche Supraleiterkabel aus Niob-Zinn wird dazu in die gewünschte D-Form gewickelt, mit Anschlüssen für Strom und die Kühlung mit flüssigem Helium versehen, wärmebehandelt, elektrisch isoliert, in einer gerillten Stahlplatte fixiert und mit Kunstharz gehärtet. Je sieben dieser Wickellagen werden dann zu einer Magnetspule verbunden.

Die dreizehn Meter hohe Transformatorspule im Zentrum der Anlage entsteht in Japan und in den USA, wo gerade aus sechs Kilometern Supraleiterkabel das erste von sechs Teilstücken gewickelt wurde. Die Spule wird später einen starken elektrischen Strom im Plasma induzieren, der zum Aufbau des magnetischen Käfigs beiträgt. Die Herstellung des 5000 Tonnen schweren Plasmagefäßes teilen sich Europa und Korea, für das Kühlwassersystem sind die USA und Indien verantwortlich. Indien wird auch den Kryostat bereitstellen, der die ultra-kalten Supraleiter-Magnete und damit die ganze Maschine isolierend umhüllt.

Aufgebaut wird später alles in der Experimentierhalle in Cadarache, deren untere Geschosse inzwischen auch aus der Ferne sichtbar sind. In einer virtuellen Tour lässt sich der Bauplatz jederzeit besuchen: <http://static.iter.org/com/360>

imi

 www.energie-perspektiven.de



Der erste deutsche Offshore-Windpark alpha ventus, ein Pionierprojekt der Energieversorger EWE, EON und Vattenfall.

Foto: DOTI 2010/alpha ventus, Matthias Ibelar

Windenergie

Erstes Offshore-Testfeld: Bilanz

Rund 45 Kilometer nordnordwestlich der Insel Borkum liegt alpha ventus, der erste deutsche Windpark auf hoher See. 2010 wurde das Testfeld offiziell in Betrieb genommen. Über Probleme, Erfahrungen und erste Ergebnisse berichten Mitarbeiter einer begleitenden Forschungsinitiative in dem kürzlich erschienenen Buch „Meer – Wind – Strom“.

Das Buch ist für all jene gedacht, die verstehen möchten, welche Forschungsfragen es rund um Offshore-Windenergie gab und gibt, zum Beispiel: Welche Sensoren werden für welchen Forschungszweck genutzt? Vor welche Herausforderungen stellen Bau und Betrieb auf hoher See? Die zwölf Windkraftanlagen der 5-Megawatt-Klasse stehen in Wassertiefen von rund 30 Metern; bei Projekten zuvor seien es maximal 15 Meter gewesen. Auch die 45 Kilometer Entfernung zur Küste waren Neuland. Hier herrschen raue Bedin-

gungen: Im Winter ist der Windpark nur zu 30 Prozent der Zeit mit dem Schiff erreichbar.

Der Leser erhält genaue Informationen zu Beanspruchung und Verschleiß der Rotorblätter, zur Einwirkung des salzigen Meerwassers und zu den Erkenntnissen aus dem Betrieb. Genau untersucht wurden die Abschattungseffekte für die Anlagen in zweiter und dritter Reihe. Auch die Auswirkungen auf die Umwelt wurden analysiert: Zum Beispiel herrscht an den Anlagen im Wasser eine Dauerbeschallung vergleichbar dem Geräuschpegel in einer Universitäts-Mensa.

Stories am Rande erlauben einen Blick hinter die Kulissen: So wurden bei einer der Anlagen zwei Turmsegmente vertauscht – in der Eile, 2009 noch vor den Herbststürmen fertig zu werden. Viel Messtechnik habe in der Folge neu auf See installiert werden müssen. Und ausgerechnet bei Starkwind kann an einem Forschungsprototypen in Schleswig-Holstein nicht gemessen werden, weil die Turbine dann oft abgestellt wird – nicht, weil die Konstruktion sonst überlastet würde, sondern weil das Netz dort nicht in der Lage sei, die hohe elektrische Leistung abzutransportieren.

Mit jährlich 4500 Volllast-Stunden erzielt alpha ventus bislang Spitzenwerte im europäischen Vergleich. „Offshore in Deutschland geht jetzt erst richtig los“, heißt es im Vorwort. „Die Forschung dazu geht weiter, die Erfolgsgeschichte hoffentlich auch.“

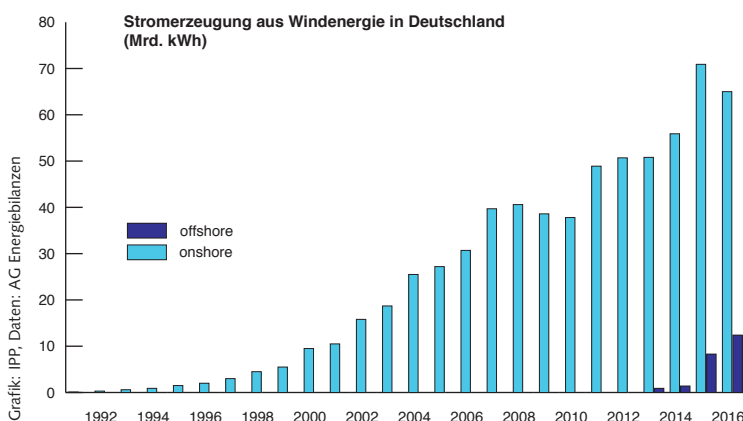
Annett Stein

Windstrom in Deutschland von 1992 bis 2016



Literaturhinweis:

Michael Durstewitz, Bernhard Lange (Hrsg.): Meer – Wind – Strom. Forschung am ersten deutschen Offshore-Windpark alpha ventus. Springer Verlag Wiesbaden, 2016, 260 Seiten, ISBN 978-3-658-09782-0



Grafik: IPP, Daten: AG Energiebilanzen

Energie 2016

Der Energieverbrauch in Deutschland hat 2016 im Vergleich zum Vorjahr um 1,1 Prozent zugenommen. Dies ergaben vorläufige Berechnungen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen. Ursachen waren unter anderen die gute Wirtschaftsentwicklung, die Bevölkerungszunahme um 0,8 Millionen Menschen und die kühlere Witterung mit höherem Heizenergiebedarf.

Mit Ausnahme erneuerbarer Energien, Mineralöl und Erdgas nahm der Beitrag aller übrigen Energieträger ab. Der wichtigste Energieträger blieb das Mineralöl mit einem Anteil von 34 Prozent am Primärenergieverbrauch, gefolgt von Erdgas. An dritter Stelle rangierten die Erneuerbaren mit einem Anteil von knapp 13 Prozent – vor Stein- und Braunkohle sowie Kernenergie.

Anders als der Primärenergieverbrauch blieb der Stromverbrauch 2016 weitgehend konstant. Verschiebungen gab es bei der Stromerzeugung: Während der Erdgas-Anteil stark zunahm, gingen Kernenergie, Braun- und Steinkohle zurück. Die Erneuerbaren Energien erreichten insgesamt ein leichtes Plus von 0,5 Prozent und behielten mit einem Anteil von 29 Prozent an der Stromerzeugung ihre Spitzenposition vor Braunkohle, Steinkohle, Kernenergie und Erdgas.

Wind- und Solarenergie allerdings mussten wegen ungünstiger Wetterverhältnisse leichte Ertragsrück-

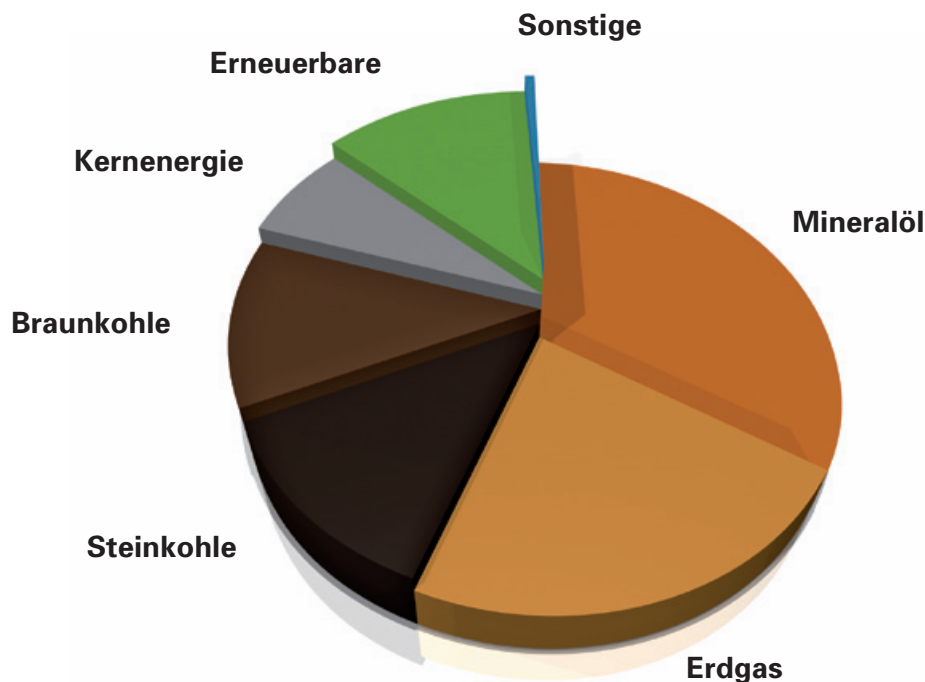
gänge verbuchen, obwohl an Land Windräder einer Leistung von gut vier Gigawatt sowie 1,4 Gigawatt Photovoltaik-Anlagen hinzukamen. Dagegen erzeugten Windanlagen auf See, wo 0,8 Gigawatt neu ans Netz gingen, deutlich mehr Strom als 2015.

Der Wind liefert nach wie vor die größte Strommenge unter den Erneuerbaren. Bei einer installierten Leistung von jetzt nahezu 50 Gigawatt deckten Windräder fast 12 Prozent der Stromerzeugung. Biomasse brachte es auf einen Anteil von acht Prozent. Photovoltaikanlagen, von denen mittlerweile rund 41 Gigawatt installiert sind, trugen sechs Prozent bei. Es folgte Wasserkraft mit drei Prozent. Die Förderung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz erreichte 22,9 Milliarden Euro.

Dem angestrebten Klimaschutzziel, die Kohlendioxid-Produktion bis 2020 um 40 Prozent gegenüber 1990 zu senken, kam man im vergangenen Jahr vermutlich nicht näher. Die energiebezogenen Emissionen könnten sogar leicht gestiegen sein, schätzt die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen. Angesichts des bislang Erreichten müsste in den verbleibenden vier Jahren eine Minderung um knapp 17 Prozent gelingen. Das hat in der Vergangenheit 15 Jahre gedauert.

bal

 www.energie-perspektiven.de



Daten: AGEb, Grafik: Reinald Fenke

Der deutsche Verbrauch an Primärenergie stieg 2016 leicht an, um 1,1 Prozent. Er erreichte eine Höhe von 456,7 Millionen Tonnen Steinkohleeinheiten. Mit Ausnahme von erneuerbaren Energien (plus 2,8 Prozent), Mineralöl (plus 1,5 Prozent) und Erdgas (plus 9,5 Prozent) nahm der Verbrauch aller übrigen Energieträger ab.



IMPRESSUM

Herausgeber:
Max-Planck-Institut für Plasmaphysik
Postfach 1322
85741 Garching
Tel. +49 (0) 89 3299-1288
Fax +49 (0) 89 3299-2622
E-Mail: info@ipp.mpg.de
Redaktion: Isabella Milch
Gestaltung: Reinald Fenke

Gedruckt auf 100 Prozent
Recyclingpapier
18. Jahrgang 2017
Nächste Ausgabe: Juni 2017
Abonnement:
www.energie-perspektiven.de
ISSN 1438-5708