ENERGIE
Ausgabe 2 / 2016
Perspektiven
Forschung für die Energieversorgung von morgen



Foto: Árni Sæberg

Das Geothermie-Kraftwerk Hellisheidi auf Island: Ein Teil des hier freigesetzten Kohlendioxids wird – in Wasser gelöst – in der Carbfix-Pilotanlage in tief liegende Basaltschichten gepumpt.

EDITORIAL | Die seit Beginn der Industrialisierung beständig zunehmende Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre wird in diesem Jahr einen neuen Rekordwert erreichen (Seite 2). Um die Erderwärmung bis zum Ende des Jahrhunderts unter zwei Grad zu halten, haben kürzlich Vertreter von mehr als 170 Staaten in New York feierlich den Pariser Klimavertrag, den Nachfolger des Kyoto-Klimaschutzabkommens, unterzeichnet. Sogar die beiden größten Treibhausgas-Produzenten, China und die USA, wollen diesmal teilnehmen. Doch das Ziel ist noch weit: Energie-Perspektiven stellt Forschungsbeispiele dafür vor, wie man das Kohlendioxid bei der Energiegewinnung vermeiden oder entsorgen könnte.

Die Redaktion

Ergänzt werden die Kurzbeiträge durch weiterführende Artikel im Internet.

Klimaschutz

Treibhausgas zu Stein verwandeln

Jedes Jahr pustet die Menschheit gewaltige Mengen Kohlendioxid in die Atmosphäre – mit massiven Folgen für das Klima. Allein im Jahr 2014 waren es durch Verbrennung von Kohle, Öl und Gas sowie Zement-Herstellung gut 35 Milliarden Tonnen. Um die Erderwärmung einzudämmen, wurde vorgeschlagen, große Mengen des Treibhausgases unterirdisch zu lagern, eingepresst in poröse Gesteinsschichten (siehe Energie-Perspektiven 4/14). Allerdings ist dies eher unrentabel und stößt auf Sorgen in der Bevölkerung. Denn die Speicher müssten für Jahrtausende dicht bleiben. Nun stellten Forscher im Fachblatt „Science“ ein neues Verfahren vor.

Ein internationales Wissenschaftlerteam um Juerg Matter von der englischen Universität Southampton testete im Rahmen des Carbfix-Projekts in Island ein Verfahren, bei dem das Kohlendioxid in Basalt-Gestein mineralisiert: „Basalt ist sehr reaktionsfreudig und eine der häufigsten Gesteinsarten der Erde“, schreiben die Autoren. Es enthält viel Kalzium, Magnesium und Eisen – Elemente, die mit dem Kohlendioxid Karbonate

Fortsetzung auf Seite 2

bilden können und so für eine dauerhafte Bindung des Gases sorgen.

Das nahe der Hauptstadt Reykjavik gelegene Geothermie-Kraftwerk Hellisheidi produziert pro Jahr etwa 40.000 Tonnen Kohlendioxid. Ab 2012 lösten die Forscher 250 Tonnen davon in Wasser und leiteten das Gemisch dann in eine 400 bis 800 Meter tiefe poröse Basaltschicht ein. Um das Schicksal des Gases zu verfolgen, reicherten sie es mit einem Tracer, dem Kohlenstoff-Isotop 14, an. Dann untersuchten sie die Zusammensetzung des Wassers an mehreren Probebohrungen.

Das Ergebnis: Nach der Injektion sanken die Kohlendioxid- und Tracer-Konzentrationen deutlich. Daraus berechnet das Team, dass zwischen der Injektionsstelle und den Probebohrungen binnen zwei Jahren mehr als 95 Prozent des Kohlendioxids mineralisierten. Weitere Bohrungen bestätigten, dass das eigentlich tiefdunkle Basaltgestein weißliche Karbonat-Adern enthielt. „Einmal in Karbonat-Mineralien gelagert, entfällt das Risiko des Entweichens, und die Kontrollprogramme für die Lagerstätte können deutlich reduziert werden, was die Sicherheit und möglicherweise auch die öffentliche Akzeptanz fördert“, sagen die Forscher. Voraussetzung sei das Vorhandensein von Basaltgestein und ausreichend Wasser – pro Tonne Kohlendioxid etwa 25 Tonnen Wasser.

Das an der Studie beteiligte Unternehmen Reykjavik Energy nutzt das Verfahren inzwischen stärker. Projektleiterin Edda Aradottir erwartete anfangs, dass der Prozess der Mineralisierung acht bis zwölf Jahre dauern würde. „Dann ging es viel schneller“, sagt sie, „eine sehr willkommene Überraschung“. Die Kosten, so Aradottir, lagen bei 30 Dollar pro Tonne Kohlendioxid im Vergleich zu 130 Dollar für die herkömmliche Verpressung. Seit 2014 hat das Unternehmen die Menge auf jährlich 5.000 Tonnen Kohlendioxid gesteigert und will ab diesem Sommer nochmals verdoppeln.

In Mitteleuropa allerdings, erläutert Franz May von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover, ließe sich die Methode kaum anwenden. In Deutschland zum Beispiel gibt es kaum geeignete Basaltvorkommen. Auch Axel Liebscher von GeoForschungsZentrum in Potsdam glaubt, dass der Standort auf Island Idealbedingungen für das neue Verfahren biete – neben dem passenden Basaltgestein auch reichlich Wasser. Im Binnenland seien solche Mengen Wasser für eine großindustrielle Anwendung eher schwierig.

Dennoch: Die meisten Klimamodelle, die bis zum Jahr 2100 das von den Vereinten Nationen anvisierte Zwei-Grad-Ziel anstreben, gehen davon aus, dass in der zweiten Jahrhunderthälfte der Atmosphäre mehr Kohlendioxid entzogen werden muss als neu eingebracht wird. „Wir werden ein Portfolio unterschiedlicher Technologien haben“, so Liebscher: „Am Ende muss man für jede Region abwägen, welche Lösung am sichersten und am wirtschaftlichsten ist.“

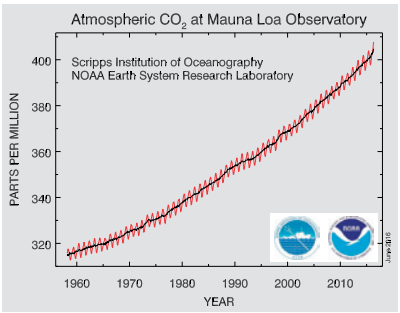
Walter Willems

www.energie-perspektiven.de

Klimaschutz

Kohlendioxid-Rekord | *Die Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre wird in diesem Jahr so stark zunehmen wie noch nie während der 58 Jahre, in denen das Mauna-Loa-Observatorium auf Hawaii die Werte aufzeichnet (siehe Grafik). Erstmals wird die Konzentration des Treibhausgases während des ganzen Jahres deutlich über 400 ppm – parts per million – liegen, prognostiziert ein Forscherteam um Professor Richard Betts vom britischen Met Office Hadley Centre mit Hilfe eines Klimamodells. Ursache ist allerdings nicht nur der Mensch: „Dieses Jahr kommt das El Niño-Phänomen noch verstärkend hinzu“, so Betts. Die unregelmäßig auftretende pazifische Meeresströmung erwärmt die tropischen Ökosysteme, so dass die Vegetation weniger Kohlendioxid bindet. Diesmal sind die Werte jedoch höher als beim letzten großen El Niño-Ereignis 1998, weil inzwischen die menschengemachten Emissionen um ein Viertel angestiegen sind. Dass die Werte nach Abklingen des El Niño wieder unter 400 ppm sinken könnten, halten die Autoren für sehr unwahrscheinlich. Zur Erinnerung: Um die Erderwärmung in noch erträglichen Grenzen von zwei Grad zu halten, darf laut Weltklimarat die Kohlendioxid-Konzentration nicht über 450 ppm steigen.*

imi



Grafik: NOAA ESRL Global Monitoring Division

Fusionsforschung

ITER-Pläne genehmigt

Vor etwa einem Jahr stellte ITER-Direktor Bernard Bigot dem ITER-Rat seine geplante Organisationsreform für den Fusionstestreaktor vor (siehe Energie-Perspektiven 2/15), im November folgte ein revidierter Zeit- und Kostenplan für den Aufbau der Anlage. Mitte Mai 2016 gab nun das Aufsichtsgremium des internationalen Projekts seine Zustimmung. Das erste Plasma soll ITER danach im Dezember 2025 erzeugen, fünf Jahre später als ursprünglich vorgesehen. Der Experimentalreaktor ITER soll zeigen, dass es möglich ist, durch Verschmelzung von Atomkernen Energie zu gewinnen.

Die Einhaltung aller bisherigen Meilensteine des neuen Zeitplans nahm der ITER-Rat als ein gutes Vorzeichen dafür, dass die ITER-Organisation und die sieben ITER-Agenturen der Partner – China, Europa, Indien, Japan, Russland, Südkorea und die USA – den aktualisierten Plan auch weiterhin erfüllen können. Nach diesem positiven Votum können sich die Partner nun in ihren Heimatländern um Genehmigung des neuen Plans bemühen.

Bereits Ende Mai hatte das US-amerikanische Energieministerium dem Kongress empfohlen, ITER bis mindestens 2018 zu unterstützen. Trotz Zeitverzögerung

und Kostensteigerung bleibe die Anlage „der beste Kandidat dafür, ein selbständig brennendes Plasma zu demonstrieren“, meinte US-Energieminister Ernest J. Moniz: „Die USA zusammen mit den übrigen ITER-Partnern weltweit waren Zeuge des großen Fortschritts, der durch die neue Führung erreicht wurde“. Viel bleibe aber noch zu tun, weshalb man nach 2018 die ITER-Teilnahme nochmals überprüfen solle. Mit der Zulieferung von Bauteilen tragen die USA – wie weitere fünf Partner – zu neun Prozent zu ITER bei; der Gastgeber Europa übernimmt 45 Prozent.



Foto: MatthieuColin.com

Die ITER-Baustelle: Ins Auge fällt vor allem die 60 Meter hohe Montagehalle, in der später die ITER-Bauteile vormontiert werden. Im davorliegenden Tokamak-Gebäude wird daraus der Testreaktor entstehen.

In Fertigungsstätten auf drei Kontinenten entstehen zurzeit die über eine Million Komponenten für die Forschungsanlage. Nicht wenige sind bereits auf dem 180 Hektar großen Bauplatz in Cadarache angekommen. Die meisten landen später in der gewaltigen Montagehalle, die inzwischen 60 Meter hoch in den Himmel ragt.

imi

www.energie-perspektiven.de

Schwimmende Solarkraftwerke

Auf dem Yamakura-Stausee nahe Tokio entsteht gerade der größte schwimmende Solarpark der Welt. Mit einer Nennleistung von fast 14 Megawatt sollen seine über fünfzigtausend Solarmodule ab 2018 rund 16 Gigawattstunden Strom jährlich erzeugen. Der Erbauer, die japanische Firma Kycoera, hatte zuvor bereits drei kleinere Solarparks auf japanischen Seen in Betrieb genommen. In dem dicht besiedelten Land ist Baugrund teuer, so dass Wasserflächen eine günstige Alternative bieten.

Platzmangel gibt es jedoch auch in Europa: Mit gut sechs Megawatt Nennleistung etwa halb so groß wird die Anlage, die die Firma Lightsource gerade auf einem Londoner Wasserreservoir des Versorgers Thames Water aufbaut – nach Fertigstellung das größte schwimmende Solarkraftwerk Europas.

Die Nischentechnologie ist noch jung. 2007 ging der erste Prototyp auf einem Wasserreservoir im japanischen Aichi in Betrieb. Eine Forschergruppe des National Institute of Advanced Industrial Science and Technology hatte die 20-Kilowatt-Anlage entwickelt, um wassergekühlte Solarmodule mit luftgekühlten vergleichen zu können. In den nächsten sechs Jahren folgten, so ein Überblicksartikel von Kim Trapani und Miguel Santafé in der Zeitschrift „Progress in Photovoltaics“ weltweit weitere 18 Anlagen – alle auf kleinen, geschlossenen Wasserflächen wie Reservoirs oder Binnenseen.

Aber auch an Konzepten für die offene See wird bereits gearbeitet: Hundert Meter lange Plattformen soll eine Leichtbaukonstruktion auch bei starkem Wellengang stabil in Position halten, die im Institut für Energietechnik und Thermodynamik der Technischen Universität Wien entwickelt wurde. Für den Auftrieb sorgen hier nach unten offene Schwimmkörper aus einem weichen Material. Die Luft im oberen Bereich kann nicht entweichen, daher schwimmt der Körper und die Luftsäule über dem Wasser wirkt wie ein Stoßdämpfer. Geschlossene Luftpolster dagegen könnten, so erklären die Entwickler, die Wellenenergie viel stärker aufnehmen, wild schwanken und so die Plattform zerstören.

Alternative Konzepte setzen auf flexible Dünnschicht-Solarzellen oder auf starre Strukturen, die bei rauer See ins Wasser eintauchen können: „Weitere Forschung und größere Demonstrationsanlagen sind nötig“, so Trapani und Santafé, „bevor man schwimmende Photovoltaik-Anlagen wie die etablierten Offshore-Technologien in Betracht ziehen kann“.

bal

www.energie-perspektiven.de

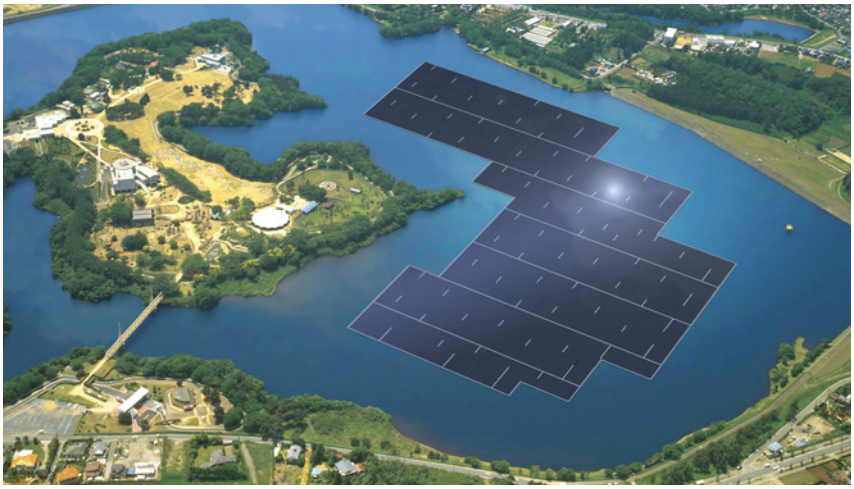


Bild: Kycoera

Der größte schwimmende Solarpark der Welt entsteht auf dem Yamakura-Stausee nahe Tokio.

Energie 2015

Starker Zubau an Land und auf See: 2015 brachte einen Rekordzuwachs an Windstrom von 50 Prozent.



Foto: PantherMedia/Franz Reichenberger

Im letzten Jahr wurde in Deutschland 1,1 Prozent mehr Primärenergie verbraucht als 2014, so vorläufige Berechnungen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen. Grund war die etwas kühlere Witterung mit entsprechend höherem Heizbedarf.

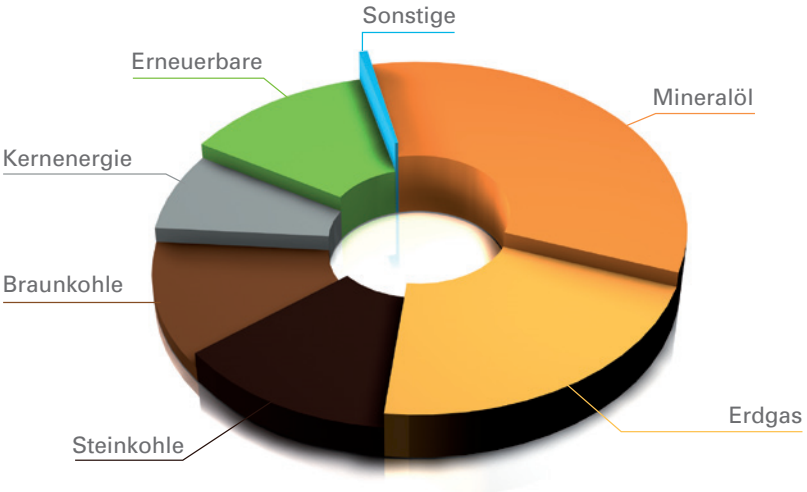
Mit Ausnahme von erneuerbaren Energien und Erdgas nahm der Verbrauch aller übrigen Energieträger 2015 mehr oder weniger kräftig ab. Mit rund sechs Prozent am stärksten schrumpfte der Kernenergie-Beitrag wegen der Abschaltung des Kernkraftwerks Grafenrheinfeld. Deutlich schwächer sank der Verbrauch an Stein- und Braunkohle sowie Mineralöl. Dennoch blieb das Öl, das rund ein Drittel des Verbrauchs deckte, der nach wie vor wichtigste Primärenergieträger – gefolgt von Erdgas, Steinkohle und knapp dahinter die erneuerbaren Energien an vierter Stelle.

Wenig stärker als der Primärenergieverbrauch ist 2015 der Stromverbrauch gestiegen: um 1,3 Prozent. Deutlich kräftiger jedoch wuchs die Stromerzeugung. Sie stieg um fast vier Prozent auf 652 Milliarden Kilowattstunden – mehr Strom als jemals zuvor in der Geschichte Deutschlands. Im Wesentlichen trug diesen Anstieg die um ein Fünftel höhere Stromproduktion aus erneuerbaren Energien. Mit einem Anteil von jetzt 32 Prozent bauten sie ihre Spitzenposition bei der Stromerzeugung weiter aus, gefolgt von Braun- und Steinkohle.

Den größten Zuwachs konnte der Windstrom verzeichnen: Anlagen an Land erzeugten fast 42 Prozent mehr Strom als im Vorjahr, die Ausbeute auf See verfünffachte sich. Für diese Rekordwerte war neben dem überdurchschnittlichen Windangebot der weitere Ausbau verantwortlich: Die installierte Leistung an Land stieg 2015 um drei Gigawatt, offshore kamen über zwei Gigawatt hinzu. Damit beträgt die gesamte installierte Windleistung jetzt rund 45 Gigawatt. Photovoltaikanlagen lieferten 2015 sechs Prozent mehr Strom als im Vorjahr. Nach vorläufigen Abschätzungen wurden rund 1,5 Gigawatt Photovoltaik-Leistung zugebaut, am Jahresende waren damit etwa 40 Gigawatt installiert.

Da die Stromerzeugung 2015 wesentlich stärker zugenommen hat als der Verbrauch, haben sich allerdings auch die Überschüsse beim Stromaustausch mit den Nachbarländern auf ein neues Rekordniveau von fast 52 Milliarden Kilowattstunden erhöht: Etwa ein Zehntel des in Deutschland produzierten Stroms wurde ins Ausland exportiert.

imi



Daten: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Grafik: Reinald Fenke

Der Verbrauch an Primärenergie in Deutschland stieg 2015 wieder leicht an: um 1,1 Prozent. Er erreichte eine Höhe von 454 Millionen Tonnen Steinkohleneinheiten. Mit Ausnahme der erneuerbaren Energien (plus 10 Prozent) und des Erdgases (plus 5 Prozent) nahm der Verbrauch aller übrigen Energieträger mehr oder weniger kräftig 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
17. Jahrgang 2016
Nächste Ausgabe: Sept. 2016
Abonnement:
www.energie-perspektiven.de
ISSN 1438-5708