

Informationen zur  
**INDUSTRIEPOLITIK**

## TECHNOLOGIETRENDS UND INNOVATIONEN

# Energiewirtschaft

- Energiespeicher: Die Hauptlast trägt die Chemie
- Windkraft: Große Energiereserven auf gleicher Fläche
- Biogas schlägt Wasserstoff
- CO<sub>2</sub>-Bilanz: Auch Bioenergie kann der Natur zu viel werden
- Supraleitende Magnetspeicher: Schneller Strom aus der Kältekammer
- Kohlendioxid und Kernbrennstoffe: Unterkünfte für die Sorgenkinder
- Fernziel Photosynthese: Das Ende aller Energienot
- Das Netz ist der Speicher

# Der große Sprung nach vorne

## Deutschlands Energiesektor steht vor innovativen Jahrzehnten

Von dieser Wende werden die Geschichtsbücher berichten: Am 6. August 2011 trat das Gesetz in Kraft, nach dem Deutschland bereits 2022 aufhört, Strom aus Kernkraft herzustellen. Dabei war erst am 14. Dezember 2010 ein Gesetz in Kraft getreten, das die Laufzeit der deutschen Atomkraftwerke um bis zu 14 Jahre verlängerte.

Technologisch allerdings sind diese Stichdaten weniger wichtig, als es scheint. Die wirkliche Energiewende ist längst in vollem Gange. Bereits heute sind in Deutschland 22000 Windenergieanlagen aufgestellt, und der Anteil erneuerbaren Energien an der Stromherstellung übersteigt schon jetzt ein Zehntel.

### Pflanzen machen aus Sonnenlicht chemische Energie

Die Bandbreite nachhaltiger Energieträger ist groß: Neben dem Wind liefern Wasserkraft, Sonnenstrahlung, Erdwärme und Gezeiten unerschöpfliche Energiequellen. Hinzu kommen die so genannten erneuerbaren Energien aus nachwachsenden Rohstoffen, so genannter Biomasse. Sie entsteht durch den Pro-

zess, der das Leben auf dieser Welt erst begründet, die Photosynthese.

Bis heute ist nicht wirklich geklärt, wie die Photosynthese funktioniert. Pflanzen, Algen und Bakterien zerlegen dabei Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) und Wasser. Sie erzeugen aus den zwei Rohstoffen energiereiche Zuckerverbindungen und – als Abfall – Sauerstoff. Die dafür notwendige Energie entstammt dem Sonnenlicht. Die Enträtselung dieses Prozesses wäre eine Klimahoffnung und ein Technologiesprung ohnegleichen (siehe „Jenseits der Energiewende“, Seite 7).

Den mit der Photosynthese beginnenden und endenden Energie- und CO<sub>2</sub>-Kreislauf der Natur haben die Menschen derzeit im globalen Maßstab und in gefährlichem Umfang aus dem Gleichgewicht gebracht – zunächst aus Unkenntnis, dann auch aus ökonomischer Trägheit. Das ist der wichtigste Grund, der die Energiewende jetzt zwingend macht.

Der erste Schritt dazu ist das Sammeln von Wissen – als theoretische wissenschaftliche Erkenntnis, aber auch ganz handfest und praktisch.

## Global denken, lokal handeln

Fast einstimmig hat der Bundestag den Ausstieg aus der Kernenergie und den Umstieg in ein Zeitalter regenerativer Energien beschlossen. Die IG BCE bekennt sich ausdrücklich zu diesem Ziel. Es stellt technisch gesehen eine Herausforderung wie die erste Mondlandung dar, finanziell lässt es sich mit der Deutschen Einheit vergleichen.

Für die IG BCE gilt: Ein neues, nachhaltiges Energiekonzept muss ökologisch, gleichzeitig aber auch sozial und wirtschaftlich vernünftig sein. Und es darf nicht einseitig auf Kosten der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer gehen. Deutschland gehört bei der Nutzung von Sonnen- und Windenergie weltweit zu den Vorreitern. Aber die regenerativen Energien müssen noch effizienter werden und gleichmäßiger verfügbar sein. Deshalb brauchen wir für die Übergangszeit moder-



ne Kohle- und Gaskraftwerke. Unsere Branchen machen die Energiewende durch ihre innovativen Produkte überhaupt erst möglich. Sie brauchen bezahlbaren Strom, rund um die Uhr. Deshalb müssen wir alte Kraftwerke durch neue umweltfreundlichere ersetzen. Die CCS-Technologie bietet dabei eine Chance für eine noch umweltfreundlichere Kohleverstromung.

Weltweit steigt der Kohleverbrauch weiter stark an. Unser Land steht aufgrund seiner technologischen Möglichkeiten dabei besonders in der Pflicht. Es kann helfen, den Schadstoffausstoß in Schwellenländern wie China oder Indien zu begrenzen. Das wäre sinnvolle Klimapolitik. In dem Sinn, den Umweltschützer stets propagieren: global denken, lokal handeln.

*Michael Vassiliadis  
Vorsitzender der Industriegewerkschaft  
Bergbau, Chemie, Energie*



**„Die Arbeitsplätze in der deutschen Industrie hängen von einer verlässlichen und bezahlbaren Energieversorgung ab.“**

Renate Hold, stellvertretende Betriebsratsvorsitzende der Aurubis GmbH und Mitglied im Hauptvorstand der IG BCE

sich weltweit für das Stromnetz durchgesetzt, im Unterschied zum „Net“ für das Internet.) Zwischen den Kraftwerken und den unterschiedlichen Netzarten stehen Umspannwerke. Beim Kraftwerk erzeugen

Es beginnt schon beim heimischen Strom. Zwischen den deutschen Kraftwerken, den Industrieunternehmen aller Branchen, den Haushalten, dem Kleingewerbe oder den Behörden befindet sich ein mehrstufiges Geflecht aus gut 35.000 Kilometern Höchstspannung-, doppelt so viel Hochspannungs- und rund einer Million Kilometern Niederspannungskabeln. Dieses Geflecht soll größer, vielseitiger und vor allem „intelligent“ werden. Die Fachleute sprechen vom schlauen Netz oder „Smart Grid“. (Das englische „Grid“ hat

## Ein Blick auf die Jahrhundertmitte

Die Bundesregierung hat im Frühjahr letzten Jahres ein Konsortium aus dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), dem Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) und dem Ingenieurbüro für neue Energien (IfNE) beauftragt, „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland“ zu erstellen. Das seit Februar 2011 vorliegende Konzept geht noch von der Laufzeitverlängerung für Atomkraftwerke aus, ist aber nach Aussage der Bundesregierung auch nach dem Atomausstieg aussagefähig.

### Realistische Stromprognose?

Das Konzept hält es für plausibel, dass Deutschland seinen Stromverbrauch bis 2050 um 12 Prozent vermindert und zu 86 Prozent aus erneuerbaren Energien deckt. Das eigene, im Juni 2011 beschlossene Konzept der Regierung geht dagegen von einer Senkung des Stromverbrauchs bis 2050 um ein Viertel aus – mehr als das Doppelte. Ob und wie das zu schaffen sein soll, ist offen. Die Forscher sollen es in der kommenden Ausgabe der Leitstudie beantworten.



Foto: © Kzenon/fotolia.com

### Umspannwerk: von 380 000 Volt runter auf 230 Volt

gen sie die gewaltige Spannung von 380 000 Volt, in der Nähe der Abnehmer senken sie die Spannung zunächst auf beispielsweise 10 500 oder 21 000 Volt. Auf Strom in solchen Stärken und zu weltweit konkurrenzfähigen Preisen ist die Industrie angewiesen. Den großen Rest spannen andere Werke weiter herab, überwiegend auf die üblichen 230 oder 400 Volt.

### Das Stromnetz muss massiv wachsen

Dieses Netz steht jetzt vor vier Herausforderungen:

- Es muss massiv wachsen, vor allem in Form von Höchstspannungsleitungen in Nord-Süd-Richtung, um Windstrom von der Nordsee und aus Photovoltaik-Strom aus Nordafrika und Südeuropa zu den deutschen Industriezentren zu transportieren.
- Es muss aufnahmefähig für eine weiter wachsende Zahl mittelgroßer und sehr kleiner Stromhersteller, darunter die Betreiber von Photovoltaik- und Kraft-Wärme-Anlagen in Einzelhäusern.
- Es muss eine stark steigende Kapazität von Energiespeichern einbinden, die zum Ausgleich der wetterabhängigen Erträge aus Wind- und Sonnenenergie erforderlich sind. Viele dieser Speicher werden die Größe einer heutigen Chemiefabrik haben und so die Landschaft mit prägen (siehe „Energiespeicher“, Seite 6).
- Es muss mit einer Heerschar von vernetzten Messstationen verbunden werden, damit die sprung-

Die hier vorliegende Ausgabe von „Technologietrends und Innovationen“ stellt die fünfte von acht Veröffentlichungen zur Industriepolitik dar. Die ersten Texte befassten sich mit der Chemieindustrie, der Glas- und Keramikindustrie, der Papier- und Zellstoff- sowie der Pharmaindustrie. Die nächsten Ausgaben betreffen den Bergbau und die Kautschuk- und Kunststoffindustrie.

haft steigende Zahl an Stromlieferanten und -speichern in zentrale und dezentrale Regelkreise eingebunden werden können.

### Die billigste Energie ist die, die keiner verbraucht

Dieses „Smart Grid“ muss dann eine anspruchsvolle mathematisch-logistische Aufgabe meistern. Es muss jeden der kleinen und großen Stromhersteller und Stromspeicherunternehmen seinen Teil in das große Netz einspeisen lassen – in Abhängigkeit von der Produktivität, den Kosten, den Kapazitäten, der Liefergeschwindigkeit, der ökologischen Güte, der geografischen Lage und dem jeweiligen Liefervertrag. Dass damit auch politischer Konfliktstoff verbunden ist, lässt sich absehen.

Intelligente Zähler wird es auch am Arbeitsplatz und im Haushalt geben. Im Haushalt dürfte es wohl am längsten dauern, bis der Hausmann oder die Hausfrau einfach ablesen kann, was der Sonntagsbraten an Energieeinheiten und an Cent gekostet hat.

Aber allein das Wissen, welche permanenten Kosten die zahlreichen kleinen Stromwandler in Büro und Wohnung erzeugen – im Ladegerät, im PC, in der Musikanlage, im Fernseher, im Kühlschrank – wird zu sparsameren Produkten und zu aufmerksamerem Verhalten führen. Der Satz, dass die preisgünstigste Energie die ist, die niemand verbraucht, erhält dann auch für den Einzelnen seinen Sinn.

### Windrotoren könnten ihre Erträge massiv steigern

Noch ist auch unbekannt, welche Ersparnisse die neuen Energielieferanten – mehr moderne Gaskraftwerke, für einige Jahrzehnte modernere Koh-

## Pumpspeicher und Druckluft

Deutschland verfügt nur noch über wenige freie hoch gelegene Standorte, zu denen nachts mit überschüssiger Energie Wasser emporgepumpt werden kann, um dann tags Kraftwerksturbinen anzutreiben. Etwa 30 Pumpspeicherkraftwerke sind in Betrieb, sechs in Planung. Deutschland wird den Spitzenbedarf an Strom deshalb auch in Norwegen, Schweden und Österreich einkaufen müssen, wo die Kapazitäten nach Einschätzung des Sachverständigenrats für Umweltfragen mehr als ausreichen. Voraussetzung: Die Nord-Süd-Stromnetze werden entsprechend ausgebaut.

Druckluftspeicherkraftwerke gelten als Alternative mit vergleichbarer Logik. Für sie wären noch Hohlräume in ausreichender Zahl vorhanden. Deutschland hat ein einziges solches Werk im niedersächsischen Huntorf. Die Luft wird dort in unterirdischen Salzkavernen mit Hilfe von elektrischer Energie komprimiert und in Zeiten von Bedarfsspitzen mit Hochdruck in eine Gasturbine gelenkt. Dort wirkt sie als Verdichter und gewinnt Elektrizität zurück.

lekkraftwerke, Windstrom aus der Nordsee und Sonnenstrom aus der Wüste – wirklich bringen werden. Für Solarzellen und Windgeneratoren stehen nicht nur sehr große nutzbare Flächen zur Verfügung, sie sind auch technologisch noch bei weitem nicht aus-

## Schlanke Energieumwandlung

Die wichtigste gedankliche Klammer für die Nutzung von Energie ist die Wärmelehre oder „Thermodynamik“. Sie liefert das entscheidende theoretische Rüstzeug sowohl zur Steuerung industrieller Großanlagen wie zur Erfassung der natürlichen und menschengemachten Energieströme weltweit. Die Thermodynamik geht davon aus, dass Energie ein Bestandteil der Welt ist, der sich weder verbrauchen noch vermehren lässt. Dagegen ist es in bestimmten Grenzen möglich, Energie zu übertragen – so als mechanische Arbeit in Wärme und umgekehrt. Als vermutlich erster Wissenschaftler hat Hermann von Helmholtz 1847 diesen so genannten „Energieerhaltungssatz“ umfassend formuliert. Doch beim Prozess der Energieumwandlung gehen in der Realität Teile der zur Verrichtung mechanischer Arbeit notwendigen Temperaturdiffe-

renzen unwiederbringlich verloren. So zum Beispiel, wenn Stromgeneratoren mittels Dampfturbinen betrieben werden. Eine wichtige Konsequenz daraus: Die Zahl solcher Umwandlungsprozesse sollte so gering wie möglich ausfallen. Deshalb sprechen sich viele Wissenschaftler dafür aus, Energie im Zweifel eher über weite Strecken – am besten per Starkstromleitung – zu transportieren als sie in Zwischenspeichern mit unvermeidlichen Umwandlungsverlusten zu lagern (siehe auch „Chemische Energiespeicher“, Seite 6).



Hermann von Helmholtz

Foto: © akg-images



**„Die Abscheidung und unterirdische Speicherung von CO<sub>2</sub> ist eine Schlüsseltechnologie, die wir beherrschen sollten.“**

Wilfried Schreck, Betriebsratsvorsitzender Vattenfall Europe Generation, Jänschwalde, Mitglied im Hauptvorstand der IG BCE

gereizt. Die kalifornische Privathochschule Caltec, die bereits 31 Nobelpreisträger hervorbrachte, berichtete im Juli 2011 von einer zehnfachen Steigerung des Windertrags bei gleichem Flächenverbrauch.

Ein Forscher hatte dort – angeregt durch die Bewegung in Fischeschwärmen – unkonventionelle Formen und verdichtete Aufstellungsmuster für Rotoren entwickelt.

Die Größe der wohl noch bevorstehenden technologischen Sprünge lässt sich vielleicht am besten mit einem Blick in die Vergangenheit erahnen. Das

Kunstwort Energie (für griechisch „Im Werk“) gibt es seit 210 Jahren. Aber noch 1842 erntete der Heilbronner Mediziner und Physiker Julius Robert von Mayer Spott für seine Behauptung, dass Energie übertragbar ist, dass zwischen mechanischer Bewegung und Wärme ein Zusammenhang besteht. Doch dann bewiesen genau das in kurzer Folge er selbst, der dänische Ingenieur August Colding und der englische Physiker und Brauer James Joule – Namensgeber für den technischen Maßstab der Energie, das Joule.

### Technologische Überraschungen absehbar

Der Universalgelehrte Hermann von Helmholtz (siehe „Schlanke Energieumwandlung“, Seite 4) gab den damals verblüffenden Beweisen 1847 in Berlin erstmals eine umfassende wissenschaftliche Deutung: Mechanik, Wärme, Licht, Elektrizität und Magnetismus seien Ausdruck einer einzigen Kraft – der Kraft, für die sich heute das Wort Energie durchgesetzt hat. So jung ist diese Erkenntnis. Und so ist abzusehen, dass die kommenden Jahrzehnte noch viele technische Überraschungen bereit halten..

## Nutzung von Biomasse folgenlos?



Foto: © Dirk Schmidt/pixelio

### Chemiker warnen vor unrealistischen Zielen.

Auf einer Tagung der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) warnen Wissenschaftler in diesem Jahr vor einer technologischen Illusion, die auch im Energie-Szenario der Bundesregierung enthalten ist. Die radikal vermehrte Nutzung von Bioenergie gefährdet ihr eigenes Ziel, den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Erdatmosphäre zu senken.

### Auch Biomasse stiftet nicht nur Nutzen

Einer der Gründe, so der Chemieingenieur Jörg Schmalfeld, sind die Transport- und Umwandlungsprozesse, durch die zusätzliches CO<sub>2</sub> hergestellt und freigesetzt wird. Im Ergebnis könnte die CO<sub>2</sub>-Bilanz ergeben, dass überhaupt kein Kohlenstoffdioxid eingespart wurde. Auch Hermann Pütter, Energiespezialist der Chemikergesellschaft, warnt, dass daraus ein „Nullsummenspiel“ entsteht.

Auch bei der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen gibt es also die Gefahr eines „zu viel“. Pütter: „Die Energiestrategien der EU und auch Deutschlands verschärfen die Probleme weiter.“

## Ökologische Erleuchtungen

### Ein ungesund hoher Anteil elektrischer Energie fließt in die Beleuchtung. Das lässt sich ändern.

Die Europäische Union und die USA haben der alten Glühbirne den Krieg erklärt und geben Energiesparlampen den Vorzug. Das ist nicht nur unpopulär, sondern auch fragwürdig. Denn diese Lampen sind wegen ihres Quecksilbergehalts umweltschädlich, zumal sie meist vorschriftswidrig im Hausmüll entsorgt werden.



Foto: © Evonik Industries AG

### Leuchtdioden schonen die Atmosphäre

Nach Auffassung der Siegener Chemieprofessorin Claudia Wickleder sind anorganische Leuchtdioden (LEDs) die ökologisch bessere Alternative. Sie wandeln den elektrischen Strom viele Male effektiver in Licht um. Würde „die Hälfte aller Leuchtmittel weltweit“ durch LEDs ersetzt, würden die Menschen nicht nur Geld, sondern „1,6 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> einsparen“. Das Problem: Die Herstellung der LEDs hält Wickleder noch für zu energieintensiv. Dafür aber enthalten die Materialien, aus denen LEDs bestehen, keine bedenklichen Stoffe.

# Energiespeicher: Die Hauptlast trägt die Chemie

## Strom bleibt das Rückgrat der Energieversorgung

### Biogas schlägt Wasserstoff

Deutschland muss innerhalb einer vergleichsweise kurzen Zeit große Kapazitäten an Energiespeichern bereit stellen. Ein erheblicher Teil der Technologien, die etwa bis zum Jahr 2030 oder 2050 zum Einsatz kommen, befindet sich aber noch in der Entwicklungsphase.

Notwendig sind sehr große Speichereinrichtungen mit industriellen Dimensionen und viele kleinere dezentrale Einheiten. Aufladbare Batterien wie der hocheffiziente Lithium-Ionen-Akku eignen sich dafür nicht. Sie speichern pro Kubikzentimeter nur einen Bruchteil der Energie beispielsweise von Benzin.

„Um die Nachfrageunterschiede zwischen Sommer und Winter ausgleichen zu können, kommt nur die Speicherung in Form von energiereichen chemischen Verbindungen in Frage“, sagt Ferdi Schüth, Direktor des Max-Planck-Instituts für Kohleforschung in Essen und Vizepräsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Foto). Die Kapazitäten dieser Speicher müssen hoch sein.

Schüth, der bei Wissenschaftlern ebenso wie in der Politik über hohes Ansehen verfügt, hält auch wenig von dem viel gepriesenen Wasserstoff als Energiespeicher. Denn dessen Lagerung wirft zu große Probleme auf und seine Energiebilanz ist viel zu dürftig.

Schüth erwartet zwar in der Forschung noch mancherlei Überraschungen, aber aus derzeitiger Sicht hält er weltweit zwei Chemikalien für ideale Energiespeicher. Für äquatornahe Länder wie Brasilien das Ethanol (also Alkohol).

Für Europa und Nordamerika aber empfiehlt Ferdi Schüth Methan – Hauptbestandteil des Erdgases. Denn für diesen Grundstoff gibt es eine Infrastruktur. Und er steht auch dann noch zur Verfügung, wenn die fossilen Quellen am Ende sind: hergestellt aus Biomasse.



Ferdi Schüth



Foto: © Horst Schmidt/fotolia.com

### Autobatterie, ein chemischer Energiespeicher

Der Ausbau von Energiespeichern ist eine der vier technologischen Säulen der Energiewende. Ein neues Schlagwort verlangt nun die „Grid energy storage“ oder auf deutsch den „Energiespeicher im Netz“. Gemeint ist nicht eine spezielle Technologie, sondern der Idealzustand. Möglichst alle vorhandenen Energiespeicher sollen mit dem einheitlichen nationalen Stromnetz verbunden sein.

### Speicherinseln vermeiden

Europäische wie amerikanische Energiemanager und -politiker haben sogar im Auge, die Batterien der künftigen Elektroautos in Zeiten des Stillstands über die individuellen Ladekabel zentral anzuzapfen.

Die Sorge ist, dass nicht alle Speicher zusammen arbeiten. Denn schon jetzt ist die Bandbreite der Speichertechnologien groß. Ein Blick in die industriellen Entwicklungsabteilungen und die Labors der Forschungsinstitute zeigt, dass diese Vielfalt massiv zunimmt. Der weitere Ausbau der wetterabhängigen Wind- und Sonnenenergie führt dazu, dass sich die Kapazitäten der Energiespeicher weiter stark vermehren werden. Weltweit erwartet das US-Forschungsinstitut Pike Research einen Boom mit einem Investitionsvolumen von 122 Milliarden Dollar allein in den kommenden zehn Jahren. Um so wichtiger ist, dass es künftig keine abgetrennten Speicherinseln gibt und möglichst wenige Reserve- oder „Schattenkraftwerke“ erforderlich bleiben.

### Das technologische Ideal

Schon die Grobsortierung der Speichertypen macht Mühe. Von Bedeutung sind chemische Speicher (sie-

he „Biogas schlägt Wasserstoff“, Seite 6), Wärmespeicher, die Speicher „potentieller“ Energie, etwa in Form künstlicher Seen bei Pumpspeicherkraftwerken oder von Druckluftspeichern. Manche Speichertypen mit theoretisch großem Potential spielen heute praktisch kaum eine Rolle, etwa die Speicherung von Bewegungsenergie per Schwungrad.

Dem technologischen Ideal am nächsten kommt ein neuer Typ Stromspeicher, der Energie aufnimmt und abgibt, ohne dass er dabei den Umweg über chemische Reaktionen einschlagen muss, wie es die kleine Batterie tut, oder die Brennstoffzelle oder das Großkraftwerk.

Von diesem so genannten „Supraleitenden Magnetischen Energiespeicher“ (SMES) existieren weltweit erst wenige Muster. Das erste europäische Exemplar steht im südlichen Schwarzwald. Forscher der Universität Karlsruhe haben es in Albtal auf dem Gelände eines Sägewerks errichtet.

### Wo nur Schnelligkeit zählt

Das technische Leistungsvermögen solcher SMES-Speicher ist atemberaubend: Auf großen Spulen nimmt die Anlage in bislang unerreicht kurzen Zeiträumen verlustfrei große Mengen Strom auf. Auch bei der Speicherung entsteht keinerlei Verlust, selbst über lange Zeiträume. Und wenn das Wundergerät den Strom in Sekundengeschwindigkeit in das Stromnetz zurück speist, ist der Verlust immer noch extrem gering: 2 bis 3 Prozent der Energie gehen durch Erwärmung verloren. Es gibt nur ein Problem: Die Anlage muss auf minus 269 Grad Celsius gekühlt werden – vier Grad über dem absoluten Nullpunkt. Das aber kostet Energie – und Geld. SMES-Speicher haben deshalb wohl vor allem eine Zukunft als Ergänzung – für Situationen, in denen nur Schnelligkeit zählt.

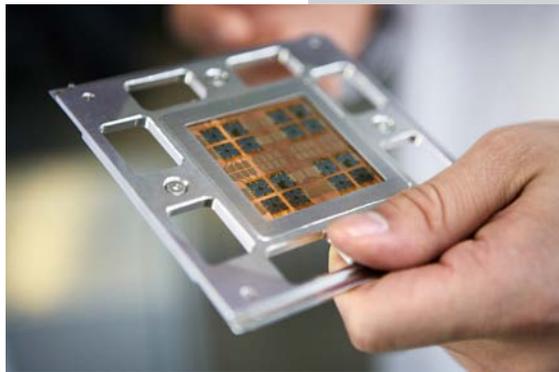
## Jenseits der Energiewende

Was Forscher und Ingenieure in die Energiewende einbringen, ist hoch modern. Trotzdem bleiben diese Verfahren deutlich hinter dem raffinierten und komplexen Produktionssystem der Natur zurück, das Leben überhaupt möglich macht, der Photosynthese. Mit Hilfe von Sonnenlicht zerlegen die Organismen Wasser, ver-

bauen Kohlenstoffdioxid, produzieren energiereiche Zuckerstoffe und als Abfall Sauerstoff. Wenn es gelingt, die Photosynthese zu entschlüsseln und industriell zu kopieren, verfügt die Menschheit über den „Schlüssel zur Verwirklichung des Traums von einer Brennstoff-Produktion mit den billigsten und saubersten zur Verfügung stehenden Primärstoffen: Wasser, Kohlendioxid und Sonnenlicht“, schrieben kürzlich drei Forscher eines Max-Planck-Instituts in Mülheim an der Ruhr. Um diesem Ziel jedenfalls ein Stück näher zu kommen, entsteht nun am gleichen Ort ein neues Max-Planck-Institut „für chemische Energieumwandlung“, zu dem auch die drei Forscher stoßen. Zwar sind diese Wissenschaftler nicht so vermessend, dabei „Katalysatoren von vergleichbarer Komplexität“ wie die der Natur herzustellen.

Aber sie wollen „die Essenz“ dieser elementaren Vorgänge „in einfacher, robuster und kostengünstiger Form“ zur Anwendung bringen. Sollte das gelingen, wäre es ein elementarer Schritt – viel größer

und viel nützlicher als die Entdeckung der Atomspaltung.



Der Stromertrag von Solarzellen ist wetterabhängig.

Foto: © BASF SE



Brennstoffzellen produzieren Strom ohne zu brennen.

Foto: © BASF SE



Lithium-Ionen-Batterien lassen sich wieder aufladen.

Foto: © Evonik Industries AG

# Unterkünfte für die Sorgenkinder

Forscher suchen bessere Lösungen für CO<sub>2</sub> und verbrauchte Kernbrennstoffe



Foto: © DBE

## Erkundungsstollen in Gorbien: Sicher für alle Zukunft?

Die Industriegeschichte kennt Erfindungen, die längst überfällig waren und trotzdem nicht gelangen. Den Einfall beispielsweise, wie sich das heute allgegenwärtige Flachglas herstellen lässt, skizzierte ein Chemiker ein volles Jahrhundert vor dessen technischer Realisierung. Andererseits gibt es technische Barrieren, die wohl unüberwindlich bleiben. Viele radioaktive Reststoffe müssen deshalb für immer sicher weggesperrt werden.

Derzeit suchen Wissenschaftler weltweit nach Wegen, den Klimakiller CO<sub>2</sub> in einen Wertstoff zu verwandeln, den Unternehmen und Verbraucher schon aus Eigeninteresse nicht in die Luft blasen oder teuer durch das Speicherverfahren CCS („Carbon Dioxide Capture and Storage“) in tiefe Erdschichten pumpen.

## Treibstoffe nur aus Sonnenlicht, CO<sub>2</sub> und Wasser

Weit fortgeschritten ist dabei ein Züricher Forschungsteam um den Professor für erneuerbare Energieträger Aldo Steinfeld. Gemeinsam mit dem kalifornischen Caltech haben die Schweizer Wissenschaftler einen neuartigen Reaktor entwickelt, der tatsächlich aus Wasser und CO<sub>2</sub> synthetischen Treibstoff herstellt. Die dafür notwendige Hitze von 1500 Grad Celsius liefert allein die Sonne. Ihr Produkt – sie nennen es „Syngas“ – bildet „eine Vorstufe von Benzin, Kerosin und anderen flüssigen Treibstoffen“.

Einen anderen Weg verfolgt eine kleine Gruppe von Wissenschaftlern an der Ruhruniversität Bochum unter Leitung der jungen Forscherin Jennifer Strunk. Auch sie will Brennstoff nur aus Sonnenlicht, CO<sub>2</sub> und Wasser erzeugen. Hier aber geht es um die Suche nach einem energiesparenden Katalysator. Katalysatoren sind Stoffe, deren Oberflächen den Atomen eine Art Kletterwand bieten, um sich ohne viel Hitze und Druck aus der einen Verbindung zu befreien und eine andere einzugehen. Strunks Team konzentriert sich nun voll auf die Suche nach dem geeigneten Katalysator. Die ganze Welt hofft, dass solche Forschungen Erfolg haben – und nicht erst in hundert Jahren.

## Erst behandeln, dann vergraben

Auf den Physiker- und Chemikerkongressen zu Beginn des Jahres 2011 stellten Fachleute wie der Karlsruher Hochschullehrer Horst Geckeis (Foto) Verfahren vor, die die Strahlung hochgiftiger Nuklear-Abfälle so verringern, dass sie bereits nach zehntausend Jahren dem Niveau von natürlichem Uran entsprechen.

Das gelingt vor allem durch die chemische Abspaltung dieser Abfälle von Stoffen wie Plutonium, die anschließend mit Elementarteilchen beschossen werden. In Belgien entsteht bereits eine entsprechende Fabrik, die wohl in elf Jahren den Betrieb aufnimmt. Das ändert nach Geckeis' Auffassung nichts daran, dass die verbrauchten hochradioaktiven Stoffe tief unter der Erde für immer unter Verschluss kommen müssen.

Aber er empfiehlt angesichts der neuen Entwicklung, keine Stoffe mit vermeidbarer Halbwertszeit zu vergraben.

Die neuen Technologien haben eine Kehrseite. Es entsteht zugleich ein erheblich vergrößertes atomares Recycling, das die nuklearen Brennstoffvorräte streckt.

Um so entscheidender ist, dass umweltfreundliche und ungefährliche Technologien bald preisgünstig in solchen Massen zur Verfügung stehen, dass die Kernspaltung wirtschaftlich sinnlos wird.



Horst Geckeis

## Impressum

Herausgeber: Industriegewerkschaft  
Bergbau, Chemie, Energie  
VB 1 – Gesamtleitung/Globalisierung/Industrie

Verantwortlich: Michael Vassiliadis

Text: Michael Weisbrodt

Redaktion: Iris Wolf, Ressort Innovation/Technologie

Kontakt: iris.wolf@igbce.de

Gestaltung: silberland medienprojekte GmbH

Druck: BWH GmbH – Die Publishing Company

Titelfoto: © JWS/fotolia.com

Hannover, August 2011