

Der lange Weg zur sauberen Kohle

Hightech revolutioniert die Nutzung der fossilen Brennstoffe – bevor die Vorräte zu Ende gehen.

Die Natur hat bereits begonnen, die Schwarze Pumpe zurückzuerobern. Büsche sprießen rund um die vom Rost zerfressenen Rohre und stillgelegten Reaktoren aus DDR-Zeiten, Unkraut überwuchert weite Teile der Industrieanlage zwischen Brandenburg und Sachsen.

Noch vor 20 Jahren wurde von hier aus Ostdeutschland mit Stadtgas versorgt, erzeugt aus der Braunkohle nahe gelegener Reviere. Doch mit der Wiedervereinigung kam das Erdgas aus Russland: billiger und vor allem sauberer als das Stadtgas. Die Pumpe pumpte nicht mehr.

Auch die Kohle schien ihre beste Zeit hinter sich zu haben. Schließlich dümpelte der Erdölpreis in den neunziger Jahren bei weniger als 20 Dollar pro Fass. Eine Energienot war nicht in Sicht, die Menschheit hoffte auf die Sonnen- und die Windkraft.

Doch nun ruhen die Hoffnungen wieder auf der Kohle, zumindest die von Dietmar Friess. An einem Februarmorgen demonstriert der Chief Executive Officer der Schweizer Sustec Industries AG zwei Unternehmern aus Frankfurt seinen Flugstromvergaser in der Schwarzen Pumpe. Der Vergaser ist rostig, dampft und tropft. Aber er läuft auf Hochtouren. „Advanced technology“, erklärt Friess, „was wir hier machen werden, ist advanced technology.“ Die beiden Besucher nicken anerkennend.

Friess redet von den neuen Flugstromvergasern, die er demnächst bauen lassen will. Gleiche Bauart, bloß „moderner und umweltfreundlicher“. Jeder von ihnen soll täglich bis zu 2000 Tonnen Braunkohle in sogenanntes Synthesegas verwandeln. Schon heute erzeugt Friess' Firma damit Strom und Methanol, ein Grundprodukt für die chemische Industrie.

In Zukunft will er weitere Produkte herstellen: „Diesel und Kerosin“, sagt Friess, „damit wollen wir 2009 beginnen.“ In einer Pilotanlage im US-Bundesstaat Oklahoma hat sein Joint-Venture-Partner Syntroleum bereits einige Fässer Kohle-Sprit hergestellt. Friess: „Die amerikanische Luftwaffe hat einen B-52-Bomber damit betankt, und der ist auch geflogen.“

Auf der Nachbarparzelle in der Schwarzen Pumpe tut sich ebenfalls was: Schon im kommenden Jahr will der Energiekonzern Vattenfall dort die weltweit erste Pilotanlage eines „klimafreundlichen“, „CO₂-freien“ Braunkohlekraftwerks in Betrieb nehmen. Die Pumpe mausert sich gerade von einer Industri ruine zu einem Laboratorium für die Energieversorgung der Zukunft. Die neuen Investoren schaffen wieder Arbeitsplätze – und lassen auch das Unkraut jäten, die Hecken stutzen.

Schier unstillbar ist der Durst nach Sprit und Strom, immer bedrohlicher erscheint die Klima-

BRAUNKOHLEABBAU BEI GARZWEILER

Bei der Verbrennung von Kohle entweicht besonders viel Kohlendioxid – jenes Gas, das die Erdatmosphäre zum Treibhaus werden lässt. Etwa 40 Prozent der globalen CO₂-Emissionen, die von Energieträgern verursacht werden, stammen von der Kohleverfeuerung.



JO RÖTTGER



HANS-JÜRGEN BURKARD / BILDERBERG

erwärmung: Beides stellt die Kohle-, aber auch die Öl- und die Gasindustrie vor neue Herausforderungen.

Irgendwann werden die fossilen Vorräte aufgebraucht sein, doch die Menschheit schiebt diesen Zeitpunkt immer weiter in die Zukunft: mit neuen Förder- und Transporttechniken, dank einer wirksameren Nutzung, mit der Verflüssigung von Kohle und auch Gas als Ölersatz. Neue Techniken sollen sogar helfen, die Klimaerwärmung zu stoppen.

Zu Beginn des 21. Jahrhunderts stehe die fossile Energieerzeugung vor einer „Ära der Hightech-Innovationen“, die es „mit dem Internet-Boom aufnehmen könnte“, sagt der amerikanische Energieexperte Daniel Yergin. Investitionen in Höhe von fast sieben Billionen Euro werden nach einer Schätzung der Weltenergieagentur IEA in den kommenden 20 Jahren ins Geschäft mit Öl, Gas und Kohle fließen.

Der globale Energieverbrauch schnellte immer weiter in die Höhe. Bis zur Mitte des Jahrhunderts wird er sich nach einer Schätzung der EU-Kommission verdoppeln. Seit 2005 liegt der Ölfasspreis bei über 50 Dollar – eine Marke, die lange utopisch schien.

Zwar dürften die Atomkraft und die erneuerbaren Energiequellen Wasser, Wind, Sonne und Biomasse weltweit weiter an Bedeutung gewinnen. Aber ohne ein ebenfalls wachsendes Angebot an fossilen Brennstoffen wird die Energienachfrage noch lange nicht zu befriedigen sein.

Heute decken Öl, Gas und Kohle etwa 80 Prozent des globalen Verbrauchs; und nach einer Prognose der IEA wird sich daran in den kommenden 20 Jahren wenig ändern.

Ändern werden sich allerdings die Kräfteverhältnisse innerhalb des fossilen Trios. Öl war jahrzehntelang unangefochten die Nummer eins unter den Energiequellen, sein Fasspreis die Leitwährung der Energiebranche; und noch deckt es 36 Prozent des weltweiten Verbrauchs. Doch die einfach zu erschließenden Vorräte des Öls neigen sich allmählich dem Ende zu. Um die letzten Lagerstätten auszubeten, müssen die Förderfirmen einen immer größeren Aufwand betreiben.

Ganz anders beim Erdgas: Viele Vorkommen sind noch gar nicht erschlossen, in der Gasindustrie herrscht Aufbruchstimmung. Milliarden werden in Verflüssigungsanlagen investiert, um den Brennstoff in riesigen Mengen rund um den Erdball verschiffen zu können. Bald dürfte Erdgas zur neuen Leitenergie aufsteigen.

Doch auch die Gasvorräte sind endlich. In etwa 50 Jahren, schätzen Experten, wird das Fördermaximum erreicht sein. Die Energielücke, die sich danach auftut, könnte schließlich jener Brennstoff füllen, der bereits die Industrialisierung der Menschheit ermöglicht hat: die Kohle.

Ihre Vorräte sind über die ganze Welt verteilt, auf sie entfallen etwa 60 Prozent der nichterneuerbaren Energieressourcen. Nach einer Studie des Energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität zu Köln und der Basler Prognos AG wird es noch 1444 Jah-

ÖLPLATTFORM IM GOLF VON MEXIKO
Vor der Küste des US-Bundesstaats Louisiana vermuten Geologen gigantische Ölfelder. Etwa 2000 Meter ist das Meer dort tief, Bohrköpfe dringen weitere 6000 Meter durch die Gesteinsmassen.



CHRIS LISHER

DANIEL YERGIN
Die fossile Energieerzeugung stehe vor einer „Ära der Hightech-Innovationen“, sagt der amerikanische Ölexperte.



THOMAS KOEHLER / PHOTOTHEK.NET

FLÜSSIGGASTANKER IN KATAR

Das Golfemirat ist zum Weltmarktführer von Flüssiggas aufgestiegen. Vor der Nordküste liegt das weltweit größte Erdgasfeld. Von Ras Laffan aus wird der Bodenschatz verschifft, was weitaus billiger ist als der Transport durch Pipelines.

Gas wird immer häufiger nicht nur verheizt, sondern auch in modernen Kraftwerken zur Stromerzeugung genutzt.

re dauern, bis die Menschheit – rein rechnerisch bei gleichbleibender Förderung – sämtliche Vorräte aufgebraucht haben wird.

Dabei ist das Material ein Multitalent: Aus ihm lässt sich Strom erzeugen, aber auch ein Erdgas-Substitut, ferner Treibstoffe, die so gut sind wie Benzin, Diesel oder Kerosin. Die verschiedenen Verfahren zur Kohletransformation, allesamt vor langer Zeit in Deutschland entwickelt, stehen angesichts der gestiegenen Energiepreise vor einer globalen Renaissance.

Vor allem in Asien investieren Konzerne Milliarden in neue Anlagen mit den alten Techniken. Und wenn Dietmar Friess mit seinem Projekt in der Schwarzen Pumpe reüssiert, könnte die Kohleverflüssigung sogar zurück nach Deutschland kommen.

Die unerwartete Renaissance der Kohle droht allerdings die Menschheit ins Schwitzen zu bringen. Denn bei der Verbrennung entweicht besonders viel Kohlendioxid CO_2 – jenes Gas, das die Erdatmosphäre zum Treibhaus werden lässt. Etwa 40 Prozent der globalen CO_2 -Emissionen, die von Energieträgern verursacht werden, stammen schon heute von der Kohleverfeuerung.

Deshalb soll sich der Klimaschädling nun zur „Clean Coal“, zur „sauberen Kohle“, wandeln. Das zumindest versprechen Konzerne wie Vattenfall oder RWE. Im Kraftwerk der Zukunft wollen sie das bei der Verbrennung entstehende CO_2 abscheiden, um es unter der Erdoberfläche zu speichern. Wie gut diese Verfahren in der Praxis funktionieren und ob die Kohlekraftwerke dann überhaupt noch rentabel sein werden, ist völlig offen. Wie viel mit Hightech aus den fossilen Energieträgern herauszuholen ist, haben indes die Fortschritte bei der Ölförderung gezeigt.

Einen weiten Weg haben die Konzerne zurückgelegt: In den vergangenen Jahren sind sie bis in die Tiefsee vorgedrungen. Noch vor kurzem hätten die Kosten für solche Bohrungen deutlich über dem Ölpreis gelegen. Nun ist damit Geld zu verdienen; und die Ingenieure dringen in Tiefen vor, die bislang als unerreichbar galten.

Mehrere 100 000 Dollar am Tag kostet der Betrieb der Cajun Express, einer mobilen Förderplattform, die fast 300 Kilometer vor der Küste des US-Bundesstaats Louisiana liegt. Etwa 2000 Meter ist das Meer dort tief, und die diamantbesetzten Bohrköpfe dringen noch mal circa 6000 Meter durch mächtige Salzlagen und Millionen Jahre alte Gesteinsmassen bis zur porösen Sandsteinschicht vor. Dort liegt ein besonders kostbares Nass: schwefelarmes Öl der Sorte West Texas Intermediate.

Möglich ist ein Einsatz in diesen Tiefen, weil Geologen mit aufwendigen seismischen Messungen dreidimensionale Bilder der verborgenen Ölfelder erschaffen und auf diese Weise selbst kleinste Lagerstätten in größter Tiefe zu orten vermögen. Vor der Küste Louisianas vermuten die Geologen gar ein Feld von gigantischem Ausmaß: Bis zu 15 Milliarden Fass Öl sollen dort liegen – das wären immerhin die Hälfte der bislang bekannten Reserven der Vereinigten Staaten.

Etwa jedes zweite Explorationsprojekt der kommenden Jahre sieht Tiefseebohrungen vor: ob vor den Küsten Brasiliens oder Westafrikas, der Arktis oder eben im Golf von Mexiko. Nutznießer der Suche nach den fossilen Schätzen sind Unternehmen, die mobile Plattformen wie die Cajun Express an die Ölkonzerne vermieten.

Doch die Eroberung der Meere wird bei weitem nicht ausreichen, um den steigenden Bedarf zu

decken. Die Ölkonzerne unternehmen zugleich große Anstrengungen, um die Ausbeute längst bekannter Lagerstätten zu erhöhen. Immerhin 70 Prozent der aktuellen Ölproduktion stammen schließlich aus Feldern, die schon länger als 30 Jahre in Betrieb sind.

Das Ölfeld Champion West zum Beispiel, 90 Kilometer vor der Küste Bruneis gelegen, hatten Geologen schon in den siebziger Jahren entdeckt; trotzdem zogen die Förderfirmen bald weiter. Denn Champion West besteht aus etwa tausend kleinen Öltaschen, die in zwei bis vier Kilometer Tiefe verstreut liegen, mit höchst unterschiedlichen Druckverhältnissen: mal 200 bar, mal 600 bar.

Die Erschließung lohnt sich mittlerweile sogar dort. Wie eine Schlange windet sich das Bohrgestänge durch den Grund und zapft eine Lagerstätte nach der anderen an. Zahllose Sensoren vermitteln den Ingenieuren der Firma Shell ein präzises Bild von der Beschaffenheit des Grunds. Gesteuert wird der intelligente Bohrkopf von der Küste aus, die Plattform ist meist unbemannt.

Während sich die Ölfirmen also bereits für den Hightech-Kampf um die letzten Fässer rüsten, blicken die Gasmanager deutlich gelassener in die Zukunft. Noch verfügt vor allem der Nahe Osten über gewaltige Vorräte, die unangetastet sind – und begehrt, denn immer häufiger wird Gas nicht nur verheizt, sondern auch in modernen Kraftwerken zur Stromerzeugung genutzt.

Investitionen stehen auch beim Gas an: in Förder- und Speicheranlagen, in Pipelines – und vor allem in Verflüssigungsstationen. Flüssiggas ist einfach zu lagern und kann mit Tankschiffen überall dorthin geliefert werden, wo ein Entladeterminal steht. Das Liquefied Natural Gas (LNG) macht die Kunden unabhängig von Pipelines und vom Wohlwollen einzelner Förder- und Transitländer.

Zwar ist Verflüssigung noch immer extrem teuer, doch schon in einigen Jahren dürfte LNG dem Gas



aus der Pipeline Konkurrenz machen. Bereits Ende dieses Jahres will der Energiekonzern Statoil vor der Küste von Hammerfest in Nordnorwegen mit der industriellen Produktion beginnen.

Es ist eine unwirtliche Gegend, etwa 600 Kilometer nördlich des Polarkreises: Der eisige Wind schneidet den Arbeitern ins Gesicht, im Winter ist die Sonne höchstens zwei Stunden lang am Horizont zu sehen. Wo noch üppige Reserven liegen, ist das Klima meist besonders widrig.

Das Gas aus dem Meeresboden wird per Pipeline zur Verflüssigungsanlage transportiert und dort auf minus 163 Grad heruntergekühlt. So schrumpft es auf ein Sechshundertstel seines Volumens und ändert den Aggregatzustand. Alle fünf, sechs Tage können Spezialtanker die durchsichtige Flüssigkeit abholen.

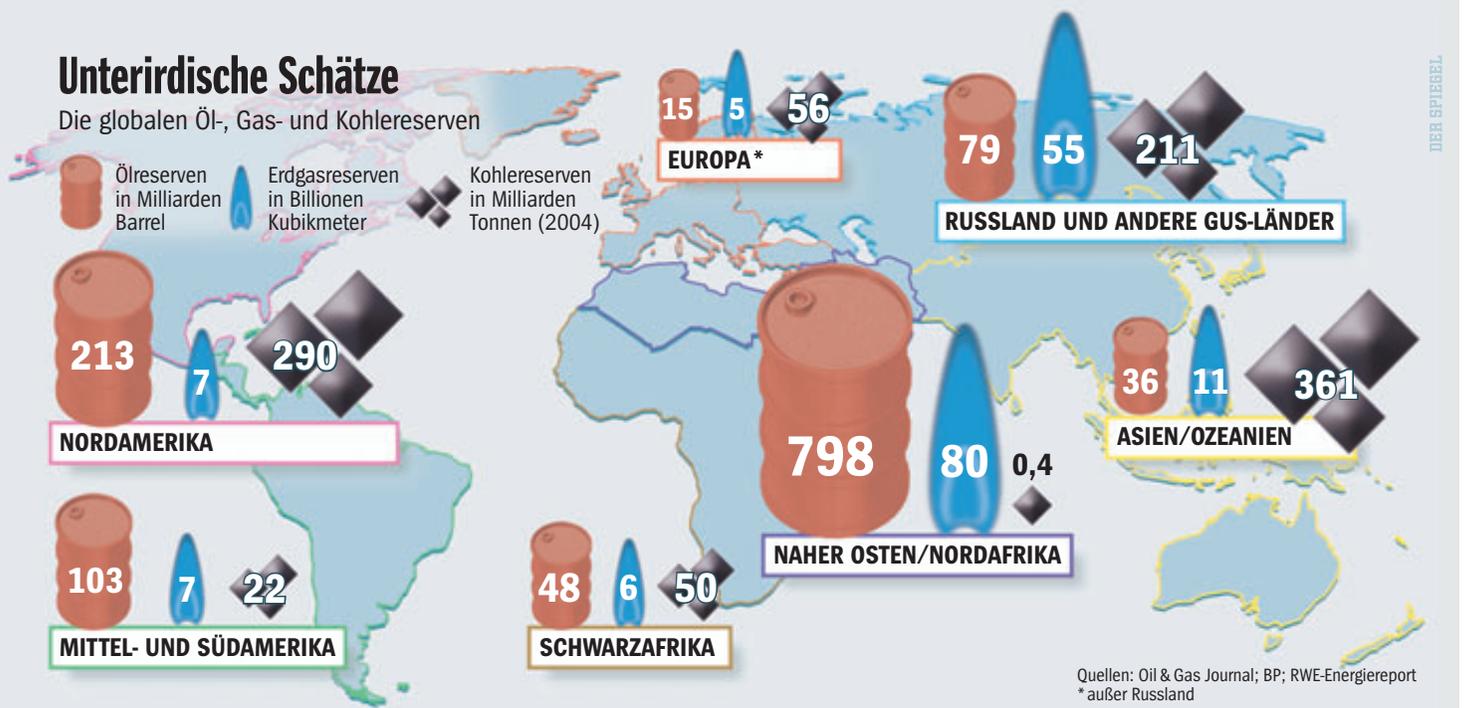
Mit der Verflüssigung, allerdings in wärmeren Gefilden, verdient auch Marinus Sieberhagen Geld. Er

GASVERFLÜSSIGUNGSANLAGE IN NORWEGEN

Auf der Insel Melkoya vor der Küste von Hammerfest wird Ende dieses Jahres mit der industriellen Produktion begonnen. Gas aus dem Meeresboden wird dort auf minus 163 Grad heruntergekühlt und verflüssigt.

Unterirdische Schätze

Die globalen Öl-, Gas- und Kohlereserven





THOMAS LEHMANN / PICTURE-ALLIANCE / DPA

ist Managing Director beim wohl zukunftsträchtigsten Konzern Südafrikas: Sasol – spezialisiert auf die Verflüssigung von Kohle zu Benzin, Diesel, Kerosin.

Sieberhagen steht in der Industrieanlage Secunda, circa 120 Kilometer von Johannesburg entfernt, holt tief Luft und atmet genüsslich den schweren, leicht bitteren Geruch der Kohle ein: „Wer hätte das gedacht, dass Kohle noch einmal so wichtig werden würde?“

Südafrika ist das einzige Land der Welt, in dem seit Jahrzehnten Kohle im industriellen Maßstab verflüssigt wird. Täglich produziert Sasol 25 Millionen Liter – genug, um 28 Prozent des südafrikanischen Treibstoffbedarfs zu decken.

Erfunden wurde die Kohleverflüssigung schon vor einem Jahrhundert – von deutschen Chemikern. Als Erster verwandelte Friedrich Bergius 1913 Braunkohle in Öl. Im Drucktopf ließ Bergius unter Einsatz von Katalysatoren Kohle, Schweröl und Wasserstoff bei knapp 500 Grad miteinander reagieren und stellte so flüssige Kohlenwasserstoffe her. 1927 ging in Leuna die erste große Anlage mit einer Jahreskapazität von 100 000 Tonnen in Betrieb.

1925 hatten Bergius' Kollege Franz Fischer und dessen Mitarbeiter Hans Tropsch in Mülheim an der Ruhr ein anderes, indirektes Verfahren entwickelt, mit dem aus Kohle Treibstoff gewonnen werden kann: die Fischer-Tropsch-Synthese. 1934 begann die Ruhrchemie AG, das Verfahren industriell einzusetzen.

Dabei wird zunächst Braun- oder Steinkohle mit Wasserdampf und Luft in Verbindung gebracht und bei bis zu 1400 Grad Celsius in ein Synthesegas verwandelt. Aus diesem Gas kann dann unter Einsatz von Katalysatoren, typischerweise Eisen oder Kobalt, eine Flüssigkeit hergestellt werden, deren chemische Zusammensetzung Diesel sehr ähnlich ist.

Der Kohle-Sprit entzückte auch Adolf Hitler. Um sein Kriegsgeschütz von ausländischen Öllieferungen unabhängig zu machen, ließ der Diktator eine gigantische Industrie aus dem Boden stampfen. Zuletzt verfügte das Dritte Reich über etwa zwei Dutzend Verflüssigungsanlagen, die einen Großteil des Treibstoffbedarfs deckten.



„OXYFUEL“-ANLAGE (AN DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT DRESDEN)
Im Labor funktioniert das Verfahren bereits, mit dem bei der Stromerzeugung aus Kohle Kohlendioxid abgetrennt wird.

Nach dem Krieg geriet die Technik nahezu in Vergessenheit, stand doch Erdöl rund um den Erdball billig zur Verfügung – außer in Südafrika. Bereits Anfang der sechziger Jahre verhängten viele erdölfördernde Länder gegen das Apartheidregime einen Handelsboykott. So begann die erste Renaissance der Kohleverflüssigung – und mit ihr der Aufstieg Sasols.

Doch erst seit der Ölpreis explodiert ist, brummt das Geschäft richtig. Denn Kohletreibstoff kann in Südafrika für hochprofitable 12 Cent pro Liter hergestellt werden. Kein Wunder, dass neuerdings Investoren und Regierungsvertreter aus

aller Welt in Südafrika Schlange stehen. „Wir können uns vor Anfragen kaum noch retten“, sagt Marinus Sieberhagen.

Vor allem Ländern wie den USA, Indien oder China mit großen, günstig zu erschließenden Kohlevorräten bietet die von Sasol eingesetzte Technik interessante Perspektiven. Iraner, Australier und andere mehr planen derzeit Kooperationen mit Sasol. Katar nutzt bereits die Fischer-Tropsch-Synthese – als Ausgangsstoff für die Ölerzeugung dient dabei nicht Synthesegas aus Kohle, sondern Erdgas.

„Unser Blick richtet sich in erster Linie auf China“, sagt Sieberhagen. Schließlich will die chinesische Regierung bis 2011 15 Kohleverflüssigungsanlagen bauen lassen. Nicht nur Sasol, auch deutsche Konzerne profitieren davon: So hat kürzlich Uhde, eine ThyssenKrupp-Tochter, einen Auftrag für eine Pilotanlage erhalten.

Allerdings trägt die Kohleverflüssigung gleich zweimal zur Erderwärmung bei: Sowohl bei der Produktion als auch beim Verbrennen im Motor oder Kraftwerk entsteht CO_2 . Aber schon die direkte Verbrennung von Braun- oder Steinkohle als Brennstoff in Stromkraftwerken heizt das Klima auf wie keine andere Energiequelle.

Die EU-Kommission will die Industrie deshalb in die Schranken weisen. Von 2020 an sollen nur noch Kohlekraftwerke am Netz hängen dürfen, die das entstehende CO_2 abscheiden und in eine Speicherstätte pumpen. Erste Anlagen dieser Art sind schon in Planung; aber derzeit steckt die Technik in der Erprobungsphase.

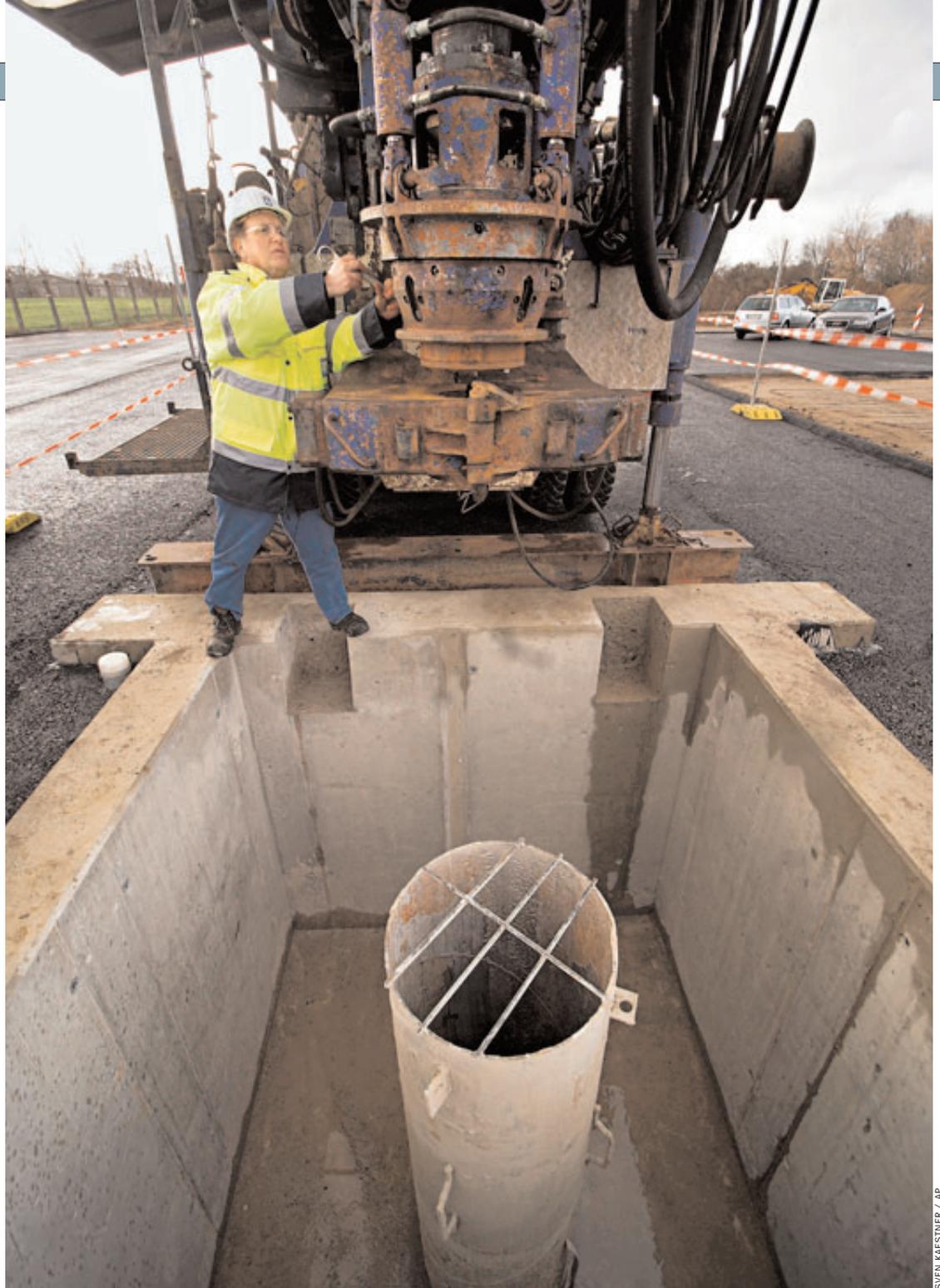
Vorgeprescht ist die Gasindustrie: 250 Kilometer vor der norwegischen Küste liegt das Gasfeld Sleipner. Wie überall, wo Gas gefördert wird, wird auch hier CO_2 freigesetzt. Doch ein Großteil davon entweicht auf Sleipner nicht in die Atmosphäre, sondern wird über ein Rohr 800 Meter in die Tiefe gepumpt und dort in einer Sandsteinschicht gelagert. Das Gestein über dieser Schicht sorgt dafür, dass das CO_2 nicht wieder entweichen kann.

Eine Innovation aus dem Hause Vattenfall soll nun auch die Kohle sauber machen. In der Schwarzen Pumpe baut der Konzern gerade das erste „ CO_2 -freie Braunkohlekraftwerk der Welt“ – eine leichte Übertreibung, denn ganz ohne Koh-

UNTERIRDISCHE SPEICHERUNG VON KOHLENDIOXID

Bei Ketzin in Brandenburg hat im Februar die erste Bohrung für ein Pilotprojekt begonnen. Erprobt werden soll, ob das bei der Energieerzeugung anfallende Klimagift 700 Meter unter der Erdoberfläche sicher und dauerhaft gelagert werden kann.

Knabbert sich das CO₂ vielleicht doch wieder durch das Gestein nach oben und entweicht dann nach und nach in die Atmosphäre?



lendioxidausstoß wird es auch in dem Prototyp nicht gehen. Immerhin soll die Reduktion bis zu 95 Prozent betragen.

„Oxyfuel“ nennt Vattenfall das Verfahren, eines von mehreren, an denen Energiekonzerne rund um den Erdball zurzeit forschen. Es basiert auf einem simplen Chemietrick: Statt mit Luft, die viel Stickstoff enthält, wird Kohle mit reinem Sauerstoff verbrannt, so dass am Ende ein Abgas entsteht, aus dem sich leicht komprimierbares CO₂ gewinnen lässt.

„Im Labor funktioniert das schon“, sagt Hubertus Altmann, Technikchef der zuständigen Vattenfall-Tochterfirma, „und die Versuche machen Mut, dass es auch auf der grünen Wiese klappt.“ Im Ge-

gensatz zu den anderen Verfahren nutze man einfache, konventionelle Technik, sagt Altmann, das mache die Sache einfacher, „da fühlt sich der Ingenieur gleich zu Hause“.

Der Wettbewerber RWE setzt bei der CO₂-Abscheidung hingegen auf ein Verfahren, das einen noch komplizierteren Namen trägt und mehr Hightech beinhaltet: Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC).

Beim IGCC wird mit Hilfe der Kohle Wasserstoff gewonnen, mit dem erst eine Gas- und anschließend eine Dampfturbine zur Stromerzeugung angetrieben wird. „CO₂-frei“ ist das Kraftwerk, weil das Treibhausgas in reiner Form herausgetrennt und gespeichert werden kann.

2014 will RWE das erste Großkraftwerk dieser Art gebaut haben. Die Anlage habe das Potential zur „eierlegenden Wollmilchsau“, schwärmt Johannes Heithoff, Forschungs- und Entwicklungschef von RWE. Denn als Brennstoff lassen sich nicht nur Braun- und Steinkohle, sondern auch andere Kohlestoffträger verwenden, zum Beispiel Abfall und Biomasse. Und auch die Herstellung von Treibstoff wäre mit IGCC „CO₂-frei“ möglich, sagt Heithoff.

Wunder wirkt die Anti-CO₂-Technik jedenfalls nicht. In den Kohlekraftwerken zur Stromerzeugung senkt sich bei der Abscheidung zum Beispiel der Wirkungsgrad um circa zehn Prozentpunkte; denn die Super-Kraftwerke benötigen für ihren Betrieb weit mehr Energie als konventionelle Anlagen. Damit ginge ein guter Teil des technischen Fortschritts der vergangenen Jahre wieder verloren: Den Stromerzeugern ist es nämlich gelungen, den Wirkungsgrad bei der Kohleverstromung immer näher an die 50-Prozent-Marke zu treiben.

Die größte Herausforderung aber ist die Speicherung der eingefangenen Treibhausgase. Zwar existieren genügend potentielle Speicherstätten – etwa alte Öl- und Gasfelder. Unklar ist jedoch, ob es gelingen wird, die riesigen Mengen Kohlendioxid tatsächlich sicher und dauerhaft zu lagern.

Beim brandenburgischen Ketzin ist das GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ) am Bau des ersten CO₂-Speichers in einem salinen Aquifer auf dem europäischen Festland beteiligt. 700 bis 800 Meter unter der Erdoberfläche befindet sich eine Schicht aus porösem Sandstein, die das CO₂ aufnehmen kann.

Dereinst soll es auch das CO₂ aus dem Vattenfall-Pilotwerk in der Schwarzen Pumpe aufnehmen. Für den ersten Test vertraut das GFZ aber erst einmal auf jenes CO₂, das am einfachsten zu kriegen ist: Kohlensäure, wie sie von Softdrinkherstellern verwendet wird.

Der Pfarrer von Ketzin hat das Projekt Ende Februar eingeweiht; und göttlichen Beistand können die Forscher gut gebrauchen, denn die Liste der offenen Fragen ist lang: Was genau

passiert, wenn man große Mengen CO₂ in eine Salzwasser führende Schicht pumpt? Knabbert sich das CO₂ vielleicht doch wieder durch das Gestein nach oben und entweicht dann nach und nach in die Atmosphäre?

„Die geologischen Bedingungen sind an jedem Ort anders“, gibt GFZ-Professor Frank Schilling zu bedenken. „Was in Ketzin funktioniert, kann nicht eins zu eins übertragen werden.“ Potential ist jedenfalls genug da: Würde die Menschheit die CO₂-Emissionen sämtlicher Kraftwerke in den Untergrund pumpen, würden die Speicherstätten für mindestens hundert Jahre reichen, schätzt Schilling.

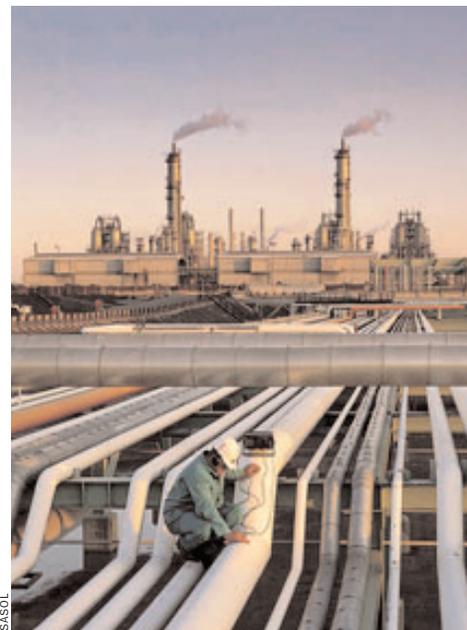
Ein Leck könnte freilich dramatische Folgen haben: CO₂ ist schwerer als Luft und führt in hoher Konzentration beim Menschen zu gesundheitlichen Beschwerden. Wenn es sich in einer Mulde sammelt, kann es im schlimmsten Fall zum Erstickungstod führen. Schilling:

„Die Speicherung von CO₂ ist Neuland für alle, ein Riesenexperiment.“ Milliarden Euro geben die Konzerne aus, um die letzten Kohlenstoff-Lagerstätten auszubeuten, weitere Milliarden sollen sie dereinst investieren, um das entstandene Kohlendioxid wieder unter die Erdoberfläche zu pumpen.

„Es geht um die Überbrückung zwischen fossilem und solarem Zeitalter“, sagt Josef Auer, Energiexperte bei Deutsche Bank Research. Spätestens wenn die letzten CO₂-Speicher mit Kohlendioxid gefüllt sein werden, irgendwann im 22. oder 23. Jahrhundert vielleicht, müssten alle Energieprobleme gelöst sein – dank Biomasse, Wasser, Wind und Sonne: „Aber bis dahin werden noch viele technologische Quantensprünge nötig sein.“

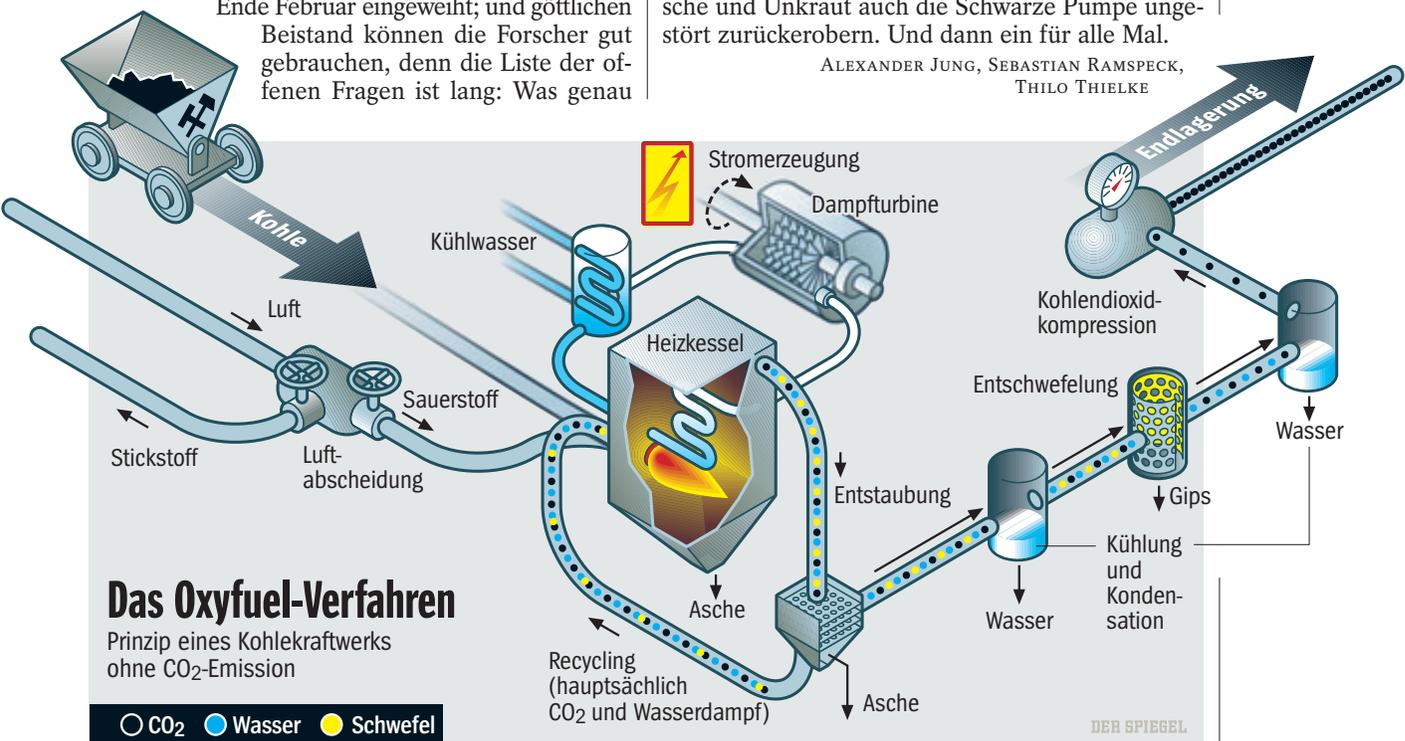
Jedenfalls könnte dann Biomasse, könnten Büsche und Unkraut auch die Schwarze Pumpe ungestört zurückerobern. Und dann ein für alle Mal.

ALEXANDER JUNG, SEBASTIAN RAMSPECK, THILO THIELKE



KOHLEVERFLÜSSIGUNG IN SÜDAFRIKA

In der Industrieanlage Secunda bei Johannesburg produziert der Sasol-Konzern täglich 25 Millionen Liter Benzin, Diesel und Kerosin aus Kohle.



Das Oxyfuel-Verfahren

Prinzip eines Kohlekraftwerks ohne CO₂-Emission

○ CO₂ ● Wasser ● Schwefel

DER SPIEGEL