

## EXPERTENBEITRAG ZU DEN ERGEBNISSEN DER WICHTIGSTEN ENERGIESZENARIOEN FÜR 2030 UND 2050.

**»DIE 26% ANTEIL DER KOHLE AM WELTENERGIEVERBRAUCH LASSEN SICH NICHT DURCH 26% WUNSCHDENKEN ERSETZEN.«**



PROF. DR. HERMANN-JOSEF WAGNER, DIREKTOR DES INSTITUTS FÜR ENERGIETECHNIK AN DER RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

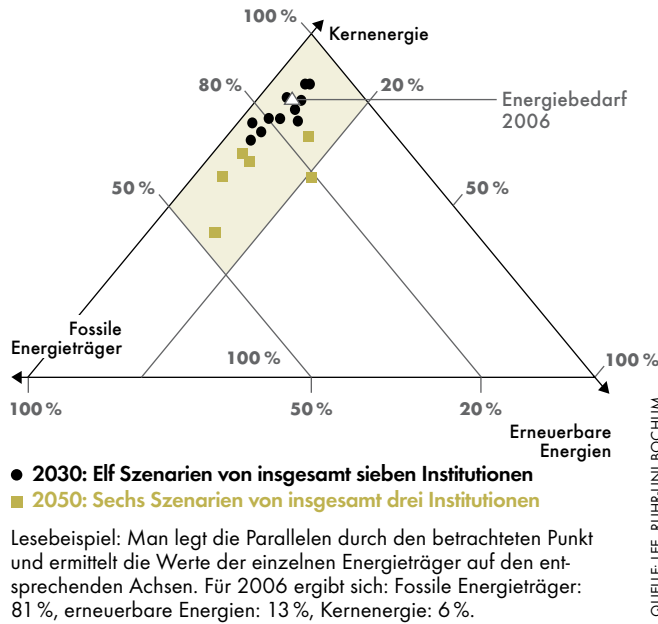
**TROTZ ALLER ANSTRENGUNGEN, DIE CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN SO SCHNELL WIE MÖGLICH ZU SENKEN, BLEIBT DIE KOHLE IN DEN NÄCHSTEN JAHRZEHNEN EIN FÜR DIE SICHERUNG DER WELTWEITEN ENERGIEVERSORGUNG WICHTIGER ENERGIETRÄGER. DAS BELEGT DER AN UNSERER UNIVERSITÄT DURCHGEFÜHRTE VERGLEICH DER WICHTIGSTEN AKTUELLEN ZUKUNFTS-SZENARIEN.**

Der Umbau unserer Energiesysteme führt auf einen langen Weg. Damit wir ihn sinnvoll angehen können, muss zuerst wissenschaftlich ausgelotet werden, was technisch, ökonomisch und politisch überhaupt machbar ist. Ein wichtiges Hilfsmittel dafür sind „Wenn-dann-Rechnungen“, sogenannte „Szenarien“, die mittels komplexer Computerprogramme errechnet werden. So wird beispielsweise ermittelt, wie sich der Energiemix unter vorgegebenen Bedingungen zusammensetzen müsste, um die weltweite Nachfrage nach Energie zu befriedigen. Typische Randbedingungen in diesen Modellen sind der Klimaschutz, technische Anforderungen an Energieanlagen, Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum und Energiepreise. Da die Modellrechnungen allein die Frage nach der Machbarkeit nicht beantworten, muss jeweils genau geprüft werden, welche der erforderlichen Annahmen und Maßnahmen tatsächlich umsetzbar sind.

Erste Szenarien zur Entwicklung des Weltenergiebedarfs wurden Anfang der Siebzigerjahre des vergangenen Jahrhunderts vom Club of Rome erstellt. Heute gibt es Szenarien von namhaften Institutionen wie der Internationalen Energie-Agentur, der Europäischen Union, dem U. S. Department of Energy, von den Unternehmen Shell und Exxon, der OPEC sowie international tätigen Forschungsinstituten. Zielgröße fast aller Szenarien ist, die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2030 beziehungsweise bis 2050 in erheblichem Umfang zu reduzieren. Berechnet wird dann der dazu erforderliche Energiemix und die damit verbundene Technik- und Kostenstruktur.

Wertet man die wichtigsten elf aktuellen Szenarien aus, so ergibt sich folgendes Bild: Alle erwarten einen Anstieg des weltweiten Primärenergieverbrauchs bis zum Jahr 2030 über die heute rund 17 Milliarden Tonnen Steinkohleeinheiten (SKE) hinaus. Die Bandbreite reicht hier von 19,7 bis 28,2 Mrd. t SKE. In Bezug auf die Energieträgerstruktur zeigen sich folgende Änderungen (siehe Grafik): Waren 2006 Kohle, Öl und Erdgas noch mit rund 80 % an der Versorgung beteiligt, werden sie künftig durch erneuerbare Energien zurückgedrängt. Dazu sind allerdings lange Zeiträume erforderlich. Im Jahr 2030 liegt der Anteil

## Szenarien für den Weltenergiebedarf



der fossilen Energieträger noch in allen Fällen über 70 %. Selbst für 2050 finden sich in den meisten Modellen noch Anteile der fossilen Energieträger in Höhe von über 60 %.

Der Kohleanteil an der Weltenergieversorgung beträgt heute 26 %. In fast allen Szenarien für das Jahr 2030 bleibt es bei diesem Anteil oder er steigt sogar noch etwas an. Lediglich in drei Szenarien fällt er unter 20 %. Prognosen für das Jahr 2050 wagen nur sechs der elf Szenarien. Fünf von ihnen errechnen einen Kohleanteil zwischen

15 % und 30 %. Das sechste Szenario, erstellt vom International Institute for Applied Systems Analysis in Wien, legt einen Kohleanteil in Höhe von 1 % bis 8 % zugrunde und ermittelt, wie die entsprechende Energieversorgungsstruktur aussehen würde. Es ist ein Szenario, bei dem man eine erhebliche Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen voraussetzt, wobei im Modell versucht wird, diese durch einen massiven Ausbau erneuerbarer Energien zu realisieren. Offen lassen die Autoren allerdings, ob diese ambitionierten Ziele überhaupt erreichbar sind.

Fokussiert auf den bundesdeutschen Energiemix folgt aus unserer Untersuchung an der Ruhr-Universität Bochum, dass Braun- und Steinkohle auch in den nächsten Jahrzehnten noch wesentliche Anteile an der Stromerzeugung halten werden. Deshalb wird die Herausforderung in dieser Übergangszeit sein, neue Kraftwerke mit maximaler Energieeffizienz auszustatten. Zudem müssen die Technologien der CO<sub>2</sub>-Abscheidung konsequent weiterentwickelt werden, damit von dieser Seite her ebenfalls ein wirksamer Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden kann.

Was die fernen Ziele bezüglich Nachhaltigkeit bei der Energieversorgung betrifft, darüber sind sich die meisten Bürger einig und da ist Deutschland auch sehr gut aufgestellt. In der öffentlichen Diskussion wird aber häufig vergessen, dass es noch lange dauern wird, bis wesentliche Anteile der Stromversorgung und darüber hinaus der weiteren Energieversorgung durch die neu aufzubauenden erneuerbaren Energien abgedeckt werden können. Auch für diese Übergangszeit brauchen wir einen breit abgestützten Konsens. Denn es handelt sich nicht um Jahre. Es geht um Jahrzehnte.

### **Professor Wagner, Sie haben elf Zukunftsszenarien zum Thema Weltenergiebedarf ausgewertet. Was leisten solche Modellrechnungen?**

Die Szenarien versuchen Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Sie treffen deshalb bestimmte Annahmen bezüglich der Entwicklung wichtiger Größen in der Zukunft. Solche Größen können technische Trends sein, wie beispielsweise die Entwicklung der Energieeffizienz bei bestimmten Energietechniken. Es können auch Fragen zur zukünftigen Ausrichtung der Wirtschaftsstruktur sein, beispielsweise, ob die energieintensiven Grundstoffindustrien mehr oder weniger wachsen. Oder es können Fragen zur Entwicklung der zukünftigen Energiepreise auf den Weltmärkten sein.

### **Wie sicher ist man da, dass solche Zukunftsszenarien nicht völlig danebenliegen?**

Bei solchen Szenarien kommen unterschiedliche Philosophien und unterschiedliche Einschätzungen zum Tragen. Dies ist ja auch der Grund, warum mehrere Szenarien entwickelt werden. So lassen sich beispielsweise Bandbreiten abschätzen, die sich aus der unterschiedlichen Entwicklung der Einflussgrößen ergeben. Entscheidend ist, dass man wissenschaftlich sauber arbeitet, das heißt, die Annahmen sollten begründbar und im Gesamtrahmen auch plausibel aufeinander abgestimmt sein. Die Systemanalyse hat hierfür eine bestimmte Vorgehensweise entwickelt, die auch von allen Szenarioerstellern eingehalten wurde.

Es ist aber klar, dass die Annahmen umso unsicherer werden, je weiter man in die Zukunft rechnet. Deshalb sind viele Szenarien auch nur für die nächsten 20 Jahre ausgelegt. Außerdem müssen Szenarien von Zeit zu Zeit erneuert werden, um die neuen Tendenzen mit einzufangen. Sich mit der möglichen Entwicklung in der Zukunft auseinanderzusetzen ist also ein permanenter Prozess.

### **Wie schätzen Sie diese elf Szenarien ein?**

Ich stehe all den Szenarien sehr kritisch gegenüber, die das Ziel haben, nachzuweisen, dass man beispielsweise innerhalb von wenigen Jahrzehnten vollständig auf die Nutzung fossiler Energien verzichten kann. Hier ist die Gefahr groß, eine Lösung rein rechnerisch zu erreichen, ohne sich zu fragen, ob die dabei eingesetzten neuen Techniken überhaupt am Markt und mit ausreichender Reife verfügbar sind. Oder ob sie innerhalb relativ kurzer Zeiträume in diesem Umfang weltweit ausgebaut und insbesondere auch von ärmeren Ländern bezahlt werden können.

### **Inwieweit kann man aus der Vergangenheit lernen?**

Zum guten Arbeiten bei der Erstellung von Szenarien gehört es, die wichtigsten Einflussgrößen der Vergangenheit zu analysieren und daraus Schlüsse für die Trends und mögliche Änderungen in der Zukunft abzuleiten. Eine wichtige Schlussfolgerung, die man zu un-

serem Thema aus den Trends der Vergangenheit ziehen kann, ist, dass es im Bereich der Energieversorgung keine revolutionären, kurzzeitigen Änderungen gibt. Die Gründe dafür sind einleuchtend. Zum einen sind Energietechniken mit sehr kapitalintensiven und komplexen technischen Anlagen verbunden. Ihre Neuentwicklung oder Weiterentwicklung dauert Jahre, der Bau wenigstens Monate bis Jahre. Ihre hohe Kapitalintensität zwingt dazu, die Anlagen so lange zu nutzen wie technisch möglich. Hinzu kommt, dass Industrien aufgebaut werden müssen, die die Anlagen herstellen, liefern und warten. Insofern kann man eines mit Sicherheit aus der Vergangenheit lernen: Die Einführung von neuen Energietechniken geht immer über einen Zeitraum von wenigstens zwei Jahrzehnten. Das beobachten wir gerade auch in unseren Tagen, beispielsweise beim forcierten Ausbau der Sonnen- und Windenergieanlagen.

**Sie sind einer von drei internationalen Beratern für Umweltfragen der Provinzregierung Tianjin in China. Wie kam es zu diesem Engagement und welche Aufgaben nehmen Sie dort wahr?**

Vor gut zehn Jahren ergaben sich Kontakte zur Universität Tianjin, die damals begann, eine Arbeitsgruppe im Bereich Energieumwandlung und Luftreinhaltung aufzubauen. Diese Arbeiten deckten sich mit Forschungsgebieten an unserem Institut und so kam es zu einer guten Zusammenarbeit. Daraus ergaben sich wiederum Kontakte zur Stadt Tianjin, die das Problem der Luftverschmutzung als ein wichtiges Handlungsfeld ansah. Die Stadt entschloss sich, einen britischen und einen japanischen Kollegen und meine Person zu bitten, ihr aus der Wissenschaft heraus und mit den Erfahrungen, die in den jeweiligen Ländern gemacht wurden, beratend zur Seite zu stehen.

**China hat jüngst angekündigt, die Kohlenförderung im eigenen Land massiv auszubauen. Sind die CCS-Technologien zur Emissionsminderung in diesem Riesenreich überhaupt ein Thema?**

Kohle ist der wichtigste Energieträger für die Stromerzeugung in China. Das Land bemüht sich zusätzlich, die Wasserkraft zu nutzen, beispielsweise beim 3-Schluchten-Staudamm, sowie vorhandene Windkraft- und Sonnenenergiepotenziale zu erschließen und auch weitere Kernkraftwerke zu bauen. Trotzdem wird die Kohle in Zukunft der dominierende Energieträger für die Stromerzeugung bleiben. China verfügt über zu wenig Öl und Gas, um sich selbst damit zu versorgen, hat aber große Kohlereserven.

Speziell aus der Wissenschaft heraus beobachtet man, wie China die Bemühungen anderer Länder verfolgt – insbesondere diejenigen in Deutschland –, CCS-Techniken zu entwickeln und zu erproben. Hauptaugenmerk der chinesischen Politik ist allerdings die Reinhaltung der Luft bei der Kohlenutzung. In Bezug auf die Einführung von Rauchgasentschwefelungs- und -entstickungsanlagen steht das Land erst am Anfang. Die Reinhaltung der Luft in den Städten, vor allem im Winter, ist ein wesentliches Ziel. Berücksichtigt werden muss zudem, dass in diesem Land, das einen erheblichen Zuwachs an Elektrizitätsbedarf hat, nur bedingt Kapital zum Ausbau der Energieversorgung zur Verfügung steht. Das Kapital wird also zunächst dort eingesetzt, wo die größten aktuellen Engpässe und Probleme gesehen werden, und das ist die Bereitstellung von ausreichender Kapazität.

**In Deutschland selbst regt sich in einigen politischen Parteien Widerstand gegen die Einführung der CCS-Technologien. Diverse Gruppierungen verlangen sogar den Ausstieg aus der Kohlenutzung. Was antworten Sie diesen Skeptikern?**

Aus unserer Analyse der elf Szenarien geht klar hervor: Ein kurzfristiger Ausstieg aus der Kohlenutzung ist sowohl in Deutschland als auch weltweit innerhalb von wenigen Jahren nicht möglich. Dafür ist der Beitrag der Kohle zur weltweiten Energieversorgung schlicht zu groß. Angesichts der Klimaproblematik folgt daraus, dass unter dem Aspekt der Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen so schnell wie möglich Techniken entwickelt, erprobt und eingeführt werden müssen, die die mit der Kohle verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren. Deshalb sind die CCS-Technologien von großer Bedeutung.

Diese technische Entwicklung ist sehr anspruchsvoll und muss deshalb von den Industrieländern vorangetrieben werden, die über entsprechendes Know-how verfügen. Zu einem späteren Zeitpunkt können sie dann in den Ländern eingeführt werden, die, wie beispielsweise China, noch nicht über diese Techniken verfügen oder sie nicht selbst entwickeln können. Den Skeptikern antworte ich also, dass sie zum einen die Zeitachse beachten sollten, auf der sich Veränderungen realisieren lassen, und zum anderen sehen müssen, dass Kohle auch weiterhin in vielen Ländern der Welt ein wichtiger Energieträger bleibt, auf den nicht verzichtet werden kann.