

Carl Christian von Weizsäcker  
Internationale Energiepolitik

A Einleitung: Die Internationalisierung des Energiegeschäfts

In früheren Zeiten hat jeder souveräne Staat sich das Ziel gesetzt, seinen Energiebedarf aus eigenen, heimischen Quellen zu decken. Allerdings hat es dann schon im 19. Jahrhundert einen beträchtlichen internationalen Handel mit Holz und Kohle gegeben. So war Großbritannien als der Vorreiter in der Nutzung von Steinkohle und als Pionier in der Kohleförderung ein großer Kohleexporteur. Aber je ungesicherter der Friede wurde, desto mehr trat das Ziel der Autarkie auf dem Energiegebiet in den Vordergrund. Es ist aber nie wirklich erreicht worden. Denn der Energiehunger, angetrieben vom wirtschaftlichen Wachstum, war zu groß.

Die Internationalisierung des Energiegeschäfts wurde endgültig besiegelt durch die zunehmende Nutzung des Erdöls. 1865 hatte der brillante Ökonom Stanley Jevons in seinem Buch "The Coal Question"<sup>1</sup> die gerade neu entdeckte Energiequelle Erdöl noch als ungeeigneten Ersatz für die Kohle angesehen, weil sie ob ihres flüssigen Aggregatzustandes nicht geeignet für den Seetransport sei. Aber wenige Jahrzehnte später waren es die Folgeinnovationen des Otto-Motors und des Diesel-Motors, die dem Erdöl genau auf dem Transportsektor mittels des Automobils seinen großen Aufschwung ermöglichten. Die fundamentale Veränderung des Transportwesens, die daraus resultierte, war eine der Begleiterscheinungen des steigenden Lebensstandards im Verlauf des 20. Jahrhunderts. Damit geriet das Erdöl in das Zentrum des wirtschaftlichen Geschehens. Nun ist aber Erdöl zu erträglichen Kosten nur an wenigen Stellen der Erdoberfläche förderbar. Und diese Stellen entsprechen nicht den Verbrauchszentren. Hieraus ergibt sich der Zwang zum weiträumigen Transport und damit zur Internationalisierung, ja Globalisierung des Energiegeschäfts. Die Strategie der Mächte im Zweiten Weltkrieg kann man nur verstehen, wenn man die kriegswichtige Versorgung mit dem Rohstoff Erdöl berücksichtigt<sup>2</sup>.

Auch das Erdgas, das dem Erdöl im Abstand von einigen Jahrzehnten folgte, ist ein überwiegend internationales Geschäft. Auch hier sind die Verbrauchszentren von den

---

<sup>1</sup> Jevons, Stanley, The Coal Question, London 1865, 3. Auflage London 1906, wieder abgedruckt in der Serie Reprints of Economic Classics, New York 1965.

<sup>2</sup> Vgl. Yergin, Daniel, The Prize- The Epic Quest for Oil, Money and Power, London 1991, Kapitel 16 – 19.

Vorkommen weit entfernt, sodass erheblicher und grenzüberschreitender Transportbedarf entsteht.

Es ist im Übrigen von Interesse, dass sich im Verlauf des zwanzigsten Jahrhunderts die Wanderungsrichtung umgedreht hat. Während im 19. Jahrhundert und im frühen 20. Jahrhundert ganz überwiegend der Mensch zur Kohle wanderte und damit Industrieagglomerationen wie das Ruhrgebiet entstanden, wandern Kohle, Erdöl und Erdgas oder ihre Derivate heute zum Menschen. Dies gilt selbst für die Braunkohle, wenn man den aus ihr produzierten Strom als ein "Derivat" bezeichnen kann. Diese Umkehrung in der Wanderungsrichtung ist letztlich ein Triumph des Fortschritts in der Transporttechnologie. Sie hat dem Menschen in den reichen Ländern Europas eine neue "Sesshaftigkeit" verschafft, die wir zu übersehen geneigt sind. Wer unter den Zeitgenossen im Rheinland, in Süddeutschland, in den Niederlanden, in Oberitalien, in der Schweiz geboren wurde, ist mit sehr viel geringerer Wahrscheinlichkeit zum Auswanderer geworden als dies für die Generation seiner Vorfahren aus dem 19. oder 18. Jahrhundert der Fall war. Angesichts des Themas "Mobilität", das unser aller Bewusstsein ständig beschäftigt, gerät diese neue Sesshaftigkeit aus dem Blick, die ja auch gemäß heutigen Umfragen mit einer hohen Zufriedenheit mit der regionalen Umgebung einhergeht.

Ein Überblick über die gegenwärtige globale Situation der Energiepolitik soll in den folgenden Abschnitten gegeben werden.

## B Der Weltbedarf an Energie

Die heute vorherrschende Sicht der Energiepolitik ist die, dass sich das Angebot an Energie der Nachfrage anpasst. Ähnlich geht man ja bei den meisten Produkten der Wirtschaft vor. Insofern fügt sich die Energie nach dieser Sicht in das allgemeine Schema ein. Voraussetzung dafür, dass ein solcher analytischer Ansatz Sinn macht, ist, dass sich das Angebot sehr elastisch auf die jeweilige Nachfrage anpassen kann. Das aber ist bei Energie keine Selbstverständlichkeit. Denn das Angebot beruht zu einem großen Teil auf der Ausbeutung von fossilen, erschöpfbaren Ressourcen. Wie viel Energie letztlich bereitgestellt und verbraucht wird, kann nur durch die Interdependenz zwischen Angebot und Nachfrage ermittelt werden. Da allerdings eine gewisse Elastizität des Angebots vorhanden ist, ist es

darstellerisch schon am besten, wenn man mit der Energienachfrage beginnt – und anschließend die Angebotssituation betrachtet.

Die Internationale Energie-Agentur (IEA) ist eine Unterorganisation der OECD, also der Organisation, in der die gemeinsamen Interessen der reichen Staaten diskutiert werden. Die IEA wurde von der OECD ursprünglich gegründet, um die Reaktion der Öl-Importländer auf die Preissteigerung des Erdöls im Jahre 1973 zu koordinieren. Sie ist inzwischen zu einem kompetenten Prognosebüro der OECD-Staaten für alle Fragen geworden, die mit Energie zu tun haben und von gemeinsamem Interesse sind. Zu diesen Fragen gehört natürlich auch die nach dem Ausgleich von Angebot und Nachfrage bei den verschiedenen Energieträgern. Daher produziert die IEA regelmäßig einen World Energy Outlook (WEO). Der letzte WEO wurde Ende 2007 veröffentlicht<sup>3</sup>. In diesem WEO 2007 gibt es ein Referenz-Szenario für die künftige Weltenergienachfrage bis zum Jahre 2030. Daneben werden zwei weitere Szenarien behandelt.

Bei dem Referenz-Szenario der International Energy Agency wird die weltweite Energienachfrage im Jahre 2030 um mehr als das anderthalbfache höher sein als im Jahre 2005, dem Basisjahr der Prognose. Treiber dieser gestiegenen Energienachfrage ist das weltwirtschaftliche Wachstum. Von dem erwarteten Zuwachs an Energienachfrage weltweit entfallen 45 % allein auf China und Indien. Die fossilen Energieträger Kohle, Öl, Gas werden die weiterhin dominierenden Energiequellen bleiben. Daher kommt es auch zu weiter steigenden Emissionen von CO<sub>2</sub>. Ferner steigt der Importbedarf zum Beispiel für China und Indien, aber auch für andere Länder, massiv. Die hauptsächlichen Exportgebiete für Öl und Gas sind der Mittlere Osten und Russland. Diese Entwicklungen verstärken die Besorgnisse über den Klimawandel und über das Thema Energiesicherheit.

Würden alle politischen Maßnahmen, die die Regierungen in der ganzen Welt heute planen, tatsächlich auch durchgeführt – und das ist die Annahme in dem Alternative Policy Szenario der IEA – dann würde der Zuwachs der Nachfrage nach Energie und der Zuwachs damit zusammenhängender Emissionen erheblich reduziert werden. Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz spielen die Hauptrolle als der billigste und am schnellsten funktionierende Weg zur Reduktion von Energienachfrage und Wachstum von Emissionen in

---

<sup>3</sup> International Energy Agency, World Energy Outlook 2007 (WEO 2007), Paris 2007

der näheren Zukunft. Aber selbst in diesem Alternative Policy Szenario sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahre 2030 um ein Viertel höher als im Jahre 2005.

Es gibt dann ein drittes Szenario, genannt "High Growth Szenario", in dem angenommen wird, dass China und Indiens Volkswirtschaften im Durchschnitt pro Jahr um 7,5 Prozentpunkte wachsen statt, wie im Referenzszenario, um 6 %. Bis zum Jahre 2030 wäre dann die Energienachfrage in China und Indien um 21% höher als im Referenzszenario. Die globale Energienachfrage wäre in diesem Szenario um 6% höher als im Referenzszenario.

Der Verbrauch von fossilen Energieträgern wächst im Referenzszenario um 1.8% pro Jahr, was bedeutet, dass er im Jahre 2030 um 55% höher ist als im Jahre 2005. Das sind 17,7 Milliarden Tonnen Öläquivalent pro Jahr verglichen mit 11,4 Milliarden Tonnen im Jahre 2005. Die fossilen Energieträger tragen zum Wachstum des Energieverbrauchs in der Welt 84% bei. Der Anteil des Erdöls an der Gesamtnachfrage nach Energie fällt von heute 35% auf 32%; es bleibt aber wichtigster Energieträger. Das Wachstum der Erdölnachfrage in dieser Zeit beläuft sich auf 37%. Der Anteil der Kohle steigt in den 25 Jahren von 25% auf 28% der gesamten Energienachfrage. Damit steigt die Nachfrage nach Kohle in diesem Zeitraum um 73%, also fast doppelt so schnell wie die Nachfrage nach Erdöl. Der Großteil der zusätzlichen Kohlenachfrage kommt aus China und Indien. Der Anteil von Erdgas steigt von 21% auf 22%.

Die weltweite Nachfrage nach Strom wird sich in dem relevanten Zeitraum verdoppeln. Der Anteil des Stroms an der Endenergienachfrage steigt von 17% auf 22%.

Die erforderlichen Investitionen im Energiesektor zur Bereitstellung der Infrastruktur für diese steigende Energienachfrage belaufen sich auf 22 Billionen US\$ = 22.000 Milliarden US \$. Es wird eine große Herausforderung sein, diese Investitionen tatsächlich aufzubringen. Die Entwicklungsländer (inklusive Indien und China) der Welt werden 74% der zusätzlichen Energienachfrage beanspruchen. Davon entfallen auf China und Indien alleine 45 Prozentpunkte, also mehr als sechs Zehntel des Zuwachses aus der Dritten Welt. Die OECD-Länder werden ein Fünftel der zusätzlichen Energienachfrage stellen und die "Transition Economies" des früheren Ostblocks 6%. Der Anteil der Entwicklungsländer, inklusive der Schwellenländer an der globalen Energienachfrage ist heute 41%. Er wird im Jahre 2015 schon 47% betragen und macht im Jahre 2030 weit mehr als die Hälfte aus.

Ungefähr die Hälfte des Zuwachses an weltweiter Energienachfrage bis 2030 resultiert aus der zusätzlichen Nachfrage nach Strom, ein Fünftel aus der zusätzlichen Nachfrage nach Transport, letztere vor allem in der Form von Öl-basierten Energieträgern.

Im Gegensatz zu früheren Prognosen der Internationalen Energie-Agentur wird eine verstärkte Nachfrage nach Kohle prognostiziert. Dies kommt vor allem durch die rasant steigende Nachfrage nach Elektrizität. Dies – verbunden mit der Erwartung, dass die Energieeffizienz der Kraftwerke steigen wird, d.h. also weniger Kohle pro Kilowattstunde Strom verbraucht wird – führt zwar einerseits zu einer Nachfragedämpfung bei gegebener Stromnachfrage, andererseits aber zu einer Nachfragerhöhung, weil dadurch die Wettbewerbsfähigkeit der Kohle gegenüber insbesondere Gas und anderen Herstellungsmethoden von Strom steigt. Kohle ist pro Kilowattstunde Strom eben wesentlich billiger als Erdöl und Erdgas. Die Preisprämie, die Erdöl und Erdgas pro Energieeinheit erzielen, beruht auf der besseren Handhabbarkeit, die bei dezentralem Verbrauch im Haushalt und im Büro für Heizzwecke und beim Automobil ausschlaggebend sind.

Im alternativen PolitikszENARIO steigt die Nachfrage nach Energie pro Jahr um 1,3%, statt wie im Referenzszenario um 1,5% pro Jahr. Die Nachfrage nach Öl ist dann im Jahre 2030 um 14 Millionen Barrel/Tag geringer als im Referenzszenario. Das entspricht dem gesamten gegenwärtigen Öl-Output der Vereinigten Staaten, Kanadas und Mexikos zusammen. Die Nachfrage nach Kohle verliert absolut gesehen und prozentual in diesem Alternativ-Szenario noch stärker. Energiebasierte CO<sub>2</sub>-Emissionen stabilisieren sich in dem Alternativ-Szenario in den 20er Jahren und sind im Jahre 2030 um 19% niedriger als im Referenzszenario, aber dennoch höher als heute.

Die Internationale Energie Agentur widmet in dem aktuellen World Energy Outlook den beiden größten Ländern der Welt, China und Indien, besondere Aufmerksamkeit.

China. Im Referenzszenario prognostiziert die IEA, dass der Primär-Energiebedarf Chinas zwischen 2005 und 2030 sich mehr als verdoppelt von 1,742 Millionen Tonnen Öläquivalent auf 3.819 Millionen Tonnen im Jahre 2030. Das entspricht einer Zunahme von 3,2% pro Jahr. Bald nach dem Jahre 2010 - also in wenigen Jahren – wird China die Vereinigten Staaten von Amerika als größten Energieverbraucher überholen. Noch im Jahre 2005 war der Energieverbrauch in den USA ein Drittel höher als in China. Das Wachstum der chinesischen

Energienachfrage wird in dem kommenden Jahrzehnt höher sein als in der Gesamtperiode, da in der näheren Zukunft die Wirtschaftsstruktur noch stark verbunden ist mit einem Wachstum der Schwerindustrie. Danach wird dann die mit weiterem Wachstum einhergehende übliche Verschiebung in die Richtung auf mehr Dienstleistungen die Energienachfrage weniger stark steigen lassen. Die Ölnachfrage aus Gründen des Transports wird sich in China zwischen 2005 und 2030 vervierfachen. Die Anzahl der Automobile wird sich versiebenfachen und damit im Jahre 2030 ungefähr einen Bestand von 270 Millionen Stück erreichen. Der Verkauf neuer Automobile wird in China denjenigen in den Vereinigten Staaten im Jahr 2015 überholen. China wird im Jahre 2030 der größte Erdölimporteur der Welt sein. Ich gehe hier auf die geopolitischen Implikationen dieser Erwartung nicht weiter ein. Indessen kann schon die heutige Außenpolitik der Volksrepublik China unter dieser Perspektive gesehen werden.

Neben steigenden CO<sub>2</sub>-Emissionen muss China auch mit steigenden lokalen Umweltverschmutzern rechnen, so z.B. mit SO<sub>2</sub>-Emissionen, die sich von heute 26 Millionen auf 30 Millionen Tonnen bis zum Jahre 2030 erhöhen werden.

Indien: Im Referenzszenario wird sich bis zum Jahre 2030 der Primärenergiebedarf in Indien mehr als verdoppeln. Er nimmt mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 3,6 pro Jahr zu. Kohle bleibt Indiens wichtigste Energiequelle. Die Nachfrage nach Kohle wird sich verdreifachen. Dies liegt vor allem an der zunehmenden Elektrifizierung. Wegen einer steigenden Nachfrage nach Automobilen wird aber auch die Nachfrage nach Öl entsprechend steigen. Die Nachfrage nach Energie in den Haushalten wächst sehr viel langsamer, vor allem als ein Ergebnis davon, dass man von traditioneller Biomasse-Energie, die sehr ineffizient genutzt wird, auf moderne Energieträger umstellt. Die Anzahl der Inder, die für das Kochen und das Heizen sich auf die traditionelle Biomasse verlassen, wird sich von 668 Millionen Personen im Jahre 2005 auf ungefähr 470 Millionen im Jahre 2030 vermindern. Der Anteil der Bevölkerung, die Zugang zu Elektrizität hat, steigt von 62% auf 96%. Die zusätzliche Energienachfrage wird Indien vor allem durch Importe decken müssen. Ölimporte werden bis zum Jahre 2030 auf 6 Millionen Barrel pro Tag steigen. In den frühen 20er Jahren wird Indien Japan als drittgrößter Netto-Importeur von Öl ablösen. Ein wachsender Anteil der indischen Gas-Nachfrage wird durch Importe gedeckt werden müssen. Diese Gas-Importe werden praktisch zu 100% LNG- Transporte über See sein. Die Elektrizitätsgenerierungskapazitäten – meistens aus Kohlekraftwerken – werden sich zwischen 2005 und 2030 verdreifachen. Der Kapazitätswachstum ist höher als 400 Gigawatt.

Das entspricht der heutigen Stromproduktionskapazität von Japan plus Korea plus Australien. Der Investitionsbedarf für Indien im Energiesektor – davon drei Viertel für die Bereitstellung von Elektrizität – beläuft sich in dem Vierteljahrhundert von 2006 bis 2030 auf 1.250 Milliarden \$.

### C Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen

Kann dieses enorme Wachstum der Nachfrage nach fossilen Energieträgern befriedigt werden?

Bei Erdöl und Erdgas ist es üblich, zwischen Reserven und Ressourcen zu unterscheiden. Unter Reserven werden herkömmlicherweise nachgewiesene Mengen an Erdöl bzw. Erdgas verstanden, die wirtschaftlich gefördert werden können. Unter Ressourcen werden vermutete Vorkommen verstanden, bei denen möglicherweise auch die Förderkosten höher sind, sodass ihre Förderung unwirtschaftlich ist. In der Öffentlichkeit wird vielfach die Reichweite der Reserven diskutiert. Dabei ist interessant, dass seit dem Jahre 1865, also kurz nachdem 1859 das erste Erdöl aus einem Bohrloch hervorkam, prognostiziert wird, dass das Erdöl in der Welt noch 40 Jahre reicht. 150 Jahre später – also heute – geistert in den Medien immer noch die Zahl einer Reichweite von 40 Jahren herum. Diese Zahl bezieht sich auf die sogenannten Reserven. Die sogenannten Ressourcen sind darin nicht enthalten.

Die konventionelle Unterscheidung zwischen Reserven und Ressourcen ist künstlich. Auch bei den Vorkommen, die genau exploriert worden sind und die man in ihrer Höhe abgeschätzt hat und die deshalb zu den Reserven zählen, handelt es sich um eine Abschätzung. Die Erfahrung hat gezeigt, dass sich die Ergiebigkeit von Vorkommen vielfach im Verlauf des Förderprozesses als größer herausgestellt hat als die Abschätzung, die vorgenommen wurde, bevor man mit der Förderung begann. Nur sehr selten ist es der Fall, dass die tatsächlich verfügbare Fördermenge schließlich geringer war als die abgeschätzten Reserven. Ferner muss berücksichtigt werden, dass diese Abschätzung immer von einer bestimmten Fördertechnologie ausgeht. Indessen gibt es unterschiedliche Fördertechnologien, und je nachdem, wie hoch der Weltmarktpreis für Erdöl oder Erdgas ist, lohnen sich auch Fördertechnologien, die ergiebiger, aber auch teurer sind. Schließlich gilt bei Erdöl und Erdgas, dass die Menge an bekannten Vorkommen ganz wesentlich von der Intensität der

Explorationstätigkeit abhängt. Immer dann, wenn sich Erdöl und Erdgas verknappen, was man an einem höheren Preis feststellen kann, lohnt sich eine verstärkte Explorationstätigkeit. Diese hat zur Folge, dass dann danach die ausgewiesenen Reserven ansteigen. So sind die heute nachgewiesenen Reserven höher als sie es je in der Geschichte des Erdöls waren, obwohl die Menschheit seit 1859 schon mehr als 1000 Milliarden Barrel verbraucht hat.

Es gibt eine Analyse der Internationalen Energieagentur, in der sie versucht hat, abzuschätzen, wie hoch die wirtschaftlich förderbaren Erdölvorkommen in Abhängigkeit des Weltmarktpreises für Erdöl sind<sup>4</sup>. In erster Approximation kann man sagen, dass die förderbaren Erdölvorkommen (nennen wir sie nun Reserven oder Ressourcen) proportional mit dem Weltmarktpreis für Erdöl steigen. Zu Förderkosten pro Barrel von unter 10 \$ gibt es nach heutiger Erkenntnis noch ungefähr soviel Erdöl im Boden, wie die Menschheit seit dem Jahre 1859 bis heute gefördert hat. Bei einem Weltmarktpreis von 10 \$ pro Barrel könnte sich der kumulative weltweite Verbrauch von Erdöl noch einmal verdoppeln. Setzt man den Weltmarktpreis für Erdöl mit 20\$/Barrel fest, dann erhöhen sich die wirtschaftlich förderbaren Rohölreserven auf ungefähr das Doppelte der bisher geförderten Menge. Bei 30\$/Barrel lohnt sich die "enhanced oil recovery", d.h. der Einsatz von wesentlich kostspieligeren, aber dafür ergiebigeren Fördermethoden. Ferner lohnt sich die systematische Ausbeutung von Vorkommen in unwirtschaftlichen Regionen, insbesondere in der Arktis oder im Meeresboden bei 5000 Meter Wassertiefe, wie die jüngst entdeckten Vorkommen im Atlantik vor Brasilien in der Größenordnung von einem Weltjahresverbrauch. Jenseits eines Preises von 30\$ pro Barrel beginnt es interessant zu werden, Schweröl, Bitumen, Ölsande, Ölteer zur Herstellung von Rohöl zu nutzen. Die bekannten Vorkommen dieser Varianten an Bodenschätzen sind sehr groß. Es ist durchaus sinnvoll anzunehmen, dass die Kurve der Vorkommen weiter als proportionale Kurve in Abhängigkeit des Preises gezeichnet werden kann. Bei dem heutigen Preis von approximativ 100\$ pro Barrel kommen wir damit auf Vorkommen, die ungefähr um eine Größenordnung höher liegen als alles bisher von der Menschheit geförderte und verbrauchte Erdöl.

Auch die Gasvorkommen, die wirtschaftlich gefördert werden können, hängen sehr stark davon ab, wie hoch der Gaspreis ist. Es gelten also analoge, wenn auch im Detail etwas unterschiedliche Kurvenverläufe für das Erdgas wie für das Erdöl. In diesem Zusammenhang

---

<sup>4</sup> International Energy Agency, World Energy Outlook 2004 (WEO 2004), Paris 2004

ist auch bedeutsam, dass die Suche nach Erdöl aus geologisch zu verstehenden Gründen auch vielfach zu Funden von Erdgas führen.

Die regionale Verfügbarkeit von Erdöl und Erdgas ist sehr ungleich. Die entwickelten Industrienationen, also die OECD-Länder, haben die heimischen Vorkommen schon sehr weitgehend ausgebeutet und sind – mit Ausnahme von Kanada und Norwegen - auf große Importmengen angewiesen. Ähnliches gilt nach heutigem Kenntnisstand für China und Indien. Demgegenüber sind der Persische Golf, die mittelasiatischen Staaten wie Turkmenistan, Kasachstan und insbesondere der sibirische Teil Russlands Länder, in denen sich die Vorkommen sehr stark konzentrieren. Auch Lateinamerika wird vermutlich in der Zukunft stärker Exportregion werden als es dies heute schon ist. Insbesondere sind Venezuela und Mexiko klassische Erdölexportländer. Brasilien erhofft sich von neuen Funden, dass es in Zukunft eines der Hauptexportländer von Erdöl und vielleicht auch Erdgas wird. Auch einige afrikanische Staaten sind mit Erdölvorkommen und Erdgasvorkommen gesegnet, so dass sie erhebliche Exportmöglichkeiten haben.

Aufgrund der rasant steigenden Nachfrage, die wir oben besprochen haben, besteht heute Einigkeit darüber, dass der Erdölpreis und der Erdgaspreis im historischen Vergleich hoch bleiben werden. Diese Aussage gilt, wenn wir den Preis von Erdöl relativ zu dem eines allgemeinen Güterkorbs betrachten. Relativ zum Einkommensniveau des Durchschnittsbürgers in den OECD- Staaten ist Erdöl auch heute noch billiger als es vor einem halben Jahrhundert war. Denn damals war der Lebensstandard wesentlich niedriger als heute. Erdöl bildete schon bei wesentlich niedrigeren Preisen als den heutigen einen Weltmarkt. Die Transportkosten über große Distanzen waren kein Hindernis dafür, dass sich ein einheitlicher Weltmarktpreis für Erdöl bilden konnte. Denn die Lieferländer, die einen großen Teil des Erdöls per Tanker verschiffen, haben die Wahl, diese Tanker nach Europa oder nach Nordamerika oder nach Ostasien zu schicken. So entsteht eine Arbitragemöglichkeit mit der Folge, dass sich die Preise in den drei Hauptimportregionen weitgehend parallel entwickeln.

Das war traditionell anders beim Erdgas, denn die hauptsächliche Transportform für Erdgas war die Erdgasleitung, und diese legte ein für allemal fest, wohin das Gas geliefert wurde. Mit dem gestiegenen Erdgaspreis und mit voranschreitender Technologie lohnt es sich heute aber auch, Gas zu verflüssigen, es dann in flüssiger Form auf Spezialschiffen über weite Strecken

zu transportieren und im Importhafen wieder in einen gasförmigen Aggregatzustand zurückzuverwandeln. Diese LNG (liquid natural gas)-Technologie führt, in großem Stile eingesetzt, ebenfalls dazu, dass ein einheitlicher Weltmarktpreis entstehen wird. Es ist noch nicht so weit, aber angesichts des steigenden Gashungers werden mehr und mehr Vorkommen ausgebeutet, für die es aufgrund ihrer geographischen Lage kostengünstiger ist, das Gas per LNG zu transportieren als per Pipeline.

Bei Kohle (Steinkohle und Braunkohle) reichen die Vorkommen über Jahrhunderte. Kohlevorkommen sind über den Erdball weitgehend verstreut; aber es gibt Länder, die ausgesprochene Kohleexportländer sind, und es gibt andere Regionen, in denen Kohle importiert wird. Zu letzteren gehört inzwischen Europa, zu ersteren gehören insbesondere Australien, dann auch Kolumbien und Südafrika. Es wird sich die Kohleverflüssigung, d.h. die Umwandlung von Kohle in Öl, lohnen. Man kann erwarten, dass diese Kohleverflüssigung in der Zukunft in großem Stil eingesetzt werden wird.

Dafür gibt es drei Gründe. Erstens kann man angesichts des reichlichen Kohleangebots damit rechnen, dass das Preisdifferential zwischen Öl und Kohle wenigstens so hoch bleibt wie es heute ist. Das aber macht die Kohleverflüssigung rentabel. Zweitens ist die Reichweite der Kohle wesentlich höher als die des Öls und so wird die Energiepolitik mancher maßgeblicher Länder zwecks Reichweitenverlängerung die Kohleverflüssigung fördern.

Drittens gibt es den Aspekt der Versorgungssicherheit. Ein Land wie China ist bei Kohle vielleicht nicht mehr autark; aber es hat doch immerhin die Möglichkeit, einen sehr hohen Prozentsatz seines Bedarfs mit heimischer Kohle zu decken. Demgegenüber ist die Importabhängigkeit bei Öl und bei Erdgas - wie weiter oben schon ausgeführt - demnächst sehr hoch.

Grundsätzlich bedeutet die Möglichkeit der Kohleverflüssigung, dass man erst recht keine Angst davor haben muss, dass das Öl demnächst zur Neige geht und damit der Automobilverkehr zum Erliegen kommt.

Herkömmlicherweise wird auch Uran, das die Basis für Atomkraftwerke ist, als erschöpfbare Ressource angesehen. Man kann vielfach lesen, auch von offizieller Seite wie z.B. dem deutschen Umweltministerium, dass die Reichweite des Urans beim heutigen Verbrauch in

Kernkraftwerken nur einige Jahrzehnte betrage – vielleicht 50 Jahre. Indessen wird hier derselbe Fehler gemacht wie bei der Aussage, das Öl reiche nur noch 40 Jahre. Die Frage, wie viel Uran gefördert werden kann, ist eine Frage des Weltmarktpreises von Uran. Es gibt viele Vorkommen, die bei dem bis vor kurzem recht niedrigen Uranpreis unrentabel zu fördern gewesen waren, die aber schon beim heutigen Preis rentabel sind und bei einem noch weiter steigenden Preis des Urans sicher abbauwürdig sind. Darüber hinaus muss aber berücksichtigt werden, dass das Meerwasser in sehr dünner Konzentration Uran enthält. Es gibt inzwischen Verfahren, um zu erträglichen Kosten Uran aus dem Meerwasser zu gewinnen. Die dort verfügbaren Mengen sind quasi unerschöpflich<sup>5</sup>.

Die hier dargelegte langfristige Perspektive einer ausreichenden Verfügbarkeit von mineralischen Energierohstoffen darf aber nicht vergessen lassen, dass es zu vorübergehenden Verknappungen mit entsprechenden Preissteigerungen kommen kann. In dem oben in Kapitel B besprochenen letzten World Energy Outlook aus dem Jahr 2007 weist die Internationale Energie Agentur auf die Gefahr hin, dass bei weiter starkem Wachstum der Weltwirtschaft Engpässe in der Erdölversorgung und Erdgasversorgung innerhalb des nächsten Jahrzehnts entstehen könnten, dass, mit anderen Worten, die Verfügbarkeit von Erdöl und Erdgas zum limitierenden Faktor dieses wirtschaftlichen Wachstums im Verlauf des kommenden Jahrzehnts werden könnte.

Der Grund für diese vorübergehenden Verknappungen ist der enorme Investitionsaufwand für die Erschließung neuer Bezugsquellen. Zwar ist der internationale Kapitalmarkt dank seiner Globalisierung heute sehr ergiebig geworden. Rohstoffpotentiale werden seitens der Kapitalmärkte mit hohen Preisprämien für die entsprechenden Aktien honoriert und ermöglichen damit diesen Unternehmen die Finanzierung der Investitionen zur Markterschließung dieser Potentiale. Indessen entstehen diese Finanzierungsmöglichkeiten immer erst, wenn die entsprechenden Rohstoffpreise aufgrund beginnender Verknappungen schon hoch sind. Dann aber dauert es mehrere Jahre, bis die durch die hohen Rohstoffpreise ausgelösten Investitionen zu einem erhöhten Marktangebot führen. Da die Zukunft nicht voraussehbar ist, bedeutet das hohe Investitionserfordernis für die Erweiterung des Angebots, dass sich "contrarian" Positionen bei den Investitionsentscheidungen nicht hinreichend durchsetzen können. Eine solche "contrarian" oder antizyklische Position wäre eine solche,

---

<sup>5</sup> Klaus Heinloth, Nahrung und Energie – Schranken und Chancen im Licht des Klimawandels, Vortrag bei der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften, 23. Januar 2008. <http://www.mic-net.de/energie/downloads/akademievortrag-klaus-heinloth.pdf>

bei der man gerade bei niedrigen Rohstoffpreisen investiert, in der Erwartung, dass die Preise doch wieder steigen werden. Das Top-Management einer Rohstoff- Unternehmung würde sich dem Vorwurf des "Spekulierens" aussetzen und seinen Job verlieren, wenn es entgegen der Meinung des Marktes bei niedrigen Rohstoffpreisen seine Geschäftspolitik auf stark steigende Preise ausrichten und kräftig investieren würde.

Aber auch die in staatlicher Hand liegenden Unternehmen in den rohstoffreichen Ländern wie denen des persischen Golfs, Russlands oder Venezuelas sind nicht in der Lage, antizyklisch zu investieren. Sie sind gerade in "schlechten" Zeiten mit niedrigen Rohstoffpreisen die "Melkkühe", die ihre Inhaberstaaten vor dem Staatsbankrott retten müssen und daher keine Mittel für Zukunftsinvestitionen zur Verfügung haben. Diese Mittel stehen nur bei hohen Rohstoffpreisen zur Verfügung. Also investieren sie genau so wie die börsengehandelten kapitalistischen Publikumsgesellschaften prozyklisch und nicht antizyklisch. Einzig sehr reiche Unternehmer, die eigenes Geld und nicht das Geld anderer investieren, haben die Möglichkeit, antizyklisch zu investieren.

Die Quintessenz ist, dass man sich auch in Zukunft auf zyklische Rohstoffpreise einstellen muss.

#### D Ein Weltklimaabkommen ?

Der IPCC hat im Jahre 2007 seinen neuen Bericht vorgelegt<sup>6</sup>. Ungefähr gleichzeitig damit ist die "Stern-Review" des britischen Ökonomen Nicholas Stern<sup>7</sup> erschienen. Beide Berichte befassen sich mit dem Thema, das nach heute vorherrschender Auffassung den eigentlichen Engpass in der internationalen Energiepolitik darstellt: die Problematik der menschenverursachten übermäßigen Emission von Treibhausgasen in die Atmosphäre. Dadurch bewirkt die Menschheit möglicherweise einen Klimawandel mit erheblichen Folgen für die Natur und für die Menschen selbst. In beiden Berichten wird auch erörtert, welche Maßnahmen erforderlich sind, um den Klimawandel zu verhindern oder doch zumindest auf einen Anstieg der Durchschnittstemperatur auf der Erdoberfläche von 2 Grad Celsius zu beschränken. Die Kostenabschätzung von Stern über die Folgen des Klimawandels und über die Maßnahmen zur Verhinderung des Klimawandels hat in den Medien große Resonanz gefunden. Dies wohl vor allem deshalb, weil nach Aussagen der "Stern- Review" die

---

<sup>6</sup> IPCC, Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Cambridge 2007

<sup>7</sup> Stern, Nicholas, et al, Stern Review: The Economics of Climate Change, London 2007

Vermeidungskosten des Klimawandels um eine Größenordnung geringer sind als die Kosten des Klimawandels selbst.

Die in den Medien vielfach berichtete mittlere Variante Sterns bezüglich der Kosten der Klimastabilisierung liegt in der Höhe von einem Prozent des Weltbruttosozialproduktes. Man kann aus dieser Abschätzung zurück schließen auf die Größenordnung des Preises, den eine Tonne CO<sub>2</sub>-Emission haben müsste, um die Anreize zu setzen, die erforderlich sind, um das Klima zu stabilisieren. Ein US Dollar des Weltsozialprodukts wird mit knapp unter einem halben Kilogramm CO<sub>2</sub> –Äquivalent- Emission erkauf<sup>8</sup>. Dabei sind auch die anderen Treibhausgase eingerechnet, wie insbesondere Methan oder zum Beispiel Lachgas, das bei der Ausbreitung von Kunstdünger auf den Feldern in die Atmosphäre freigesetzt wird. Um das Klima einigermaßen zu stabilisieren und die Durchschnittstemperatur um nicht mehr als 2°C steigen zu lassen, müssen bis gegen Mitte des Jahrhunderts die CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Emissionen der anderen Spurengase um die Hälfte ihres gegenwärtigen Wertes reduziert werden. Ohne eine Klimapolitik würden bis Mitte des 21. Jahrhunderts die Emissionen noch einmal um mindestens 50% anwachsen. Gemessen an dieser künftigen Größe ist also ein Reduktionsbedarf von mindestens zwei Dritteln zu konstatieren.

Gleichzeitig kann man aber auch davon ausgehen, dass die Energieeffizienz des Sozialproduktes steigen wird, so dass man pro Dollar (konstanter Kaufkraft) Weltsozialprodukt dann nur noch 350g – 400g CO<sub>2</sub> –Äquivalent benötigen wird. Bei einer energischen Klimapolitik müssten von diesen 350g - 400g zwei Drittel eingespart werden, was dazu führt, dass ungefähr ein Viertel Kilogramm pro Dollar Weltsozialprodukt eingespart werden muss. Wenn gemäß der Abschätzung von Stern dies ungefähr ein Prozent des Weltsozialprodukts kostet, dann kostet die Einsparung von 250 g CO<sub>2</sub>-Äquivalent einen US-Cent. Damit kostet die Einsparung einer Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalent 40 US-Dollar.

Nun muss man berücksichtigen, dass die Durchschnittskosten der Einsparung dieser Emissionen umso höher sind, je mehr an Emissionen eingespart werden soll. Denn es gibt "leichte Fälle" der CO<sub>2</sub>-Einsparung und es gibt schwerere Fälle der CO<sub>2</sub>-Einsparung. Will man nur wenig CO<sub>2</sub>- Emissionen einsparen, dann kann man sich mit den leichten Fällen, also mit den kostengünstigen Formen der Einsparung begnügen. Je ehrgeiziger die Einsparziele sind, desto stärker verschiebt sich das Mischungsverhältnis zwischen kostengünstigen und

---

<sup>8</sup> Vgl. Stern, a.a.O. Kapitel 7

kostspieligen Einsparmaßnahmen in Richtung auf letztere. Mit anderen Worten: die Grenzkosten sind höher als die Durchschnittskosten. Steigen die Durchschnittskosten der CO<sub>2</sub>-Vermeidung proportional zur Wurzel der Menge vermiedenen CO<sub>2</sub>, dann liegen die Grenzkosten bei dem anderthalbfachen Wert der Durchschnittskosten. Den Grenzkosten entspricht dann ein Wert von 60\$/t oder etwa 40 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalent. Der Preis muss so hoch sein, dass bei der Menge an vermiedenem CO<sub>2</sub>, die für die Klimastabilisierung erforderlich ist, die Grenzkosten gleich dem Preis sind. Also muss der Weltmarktpreis des CO<sub>2</sub> ungefähr 40€ pro Tonne betragen.

Eine effiziente Lösung des Weltklimaproblems würde nun aus einem völkerrechtlichen Vertrag bestehen ("Weltklimaabkommen"), der folgendes vorsieht. Erstens sollten die großen Emittenten durch diesen Vertrag gebunden werden. Das sind die bisherigen Kyoto-Staaten plus die Vereinigten Staaten von Amerika, dazu China, Indien und Brasilien. Wir können das auch so ausdrücken: Die OECD-Staaten plus die BRIC – Staaten (Brasilien, Russland, Indien China) müssen Teil des Weltklimaabkommens sein. Sieht man die Kyoto-Staaten als eine Einheit, dann sitzen sechs Partner am Verhandlungstisch: 1. die Kyoto- Staaten, 2. die USA, 3. Brasilien, 4. Russland, 5. Indien, 6. China.

Ein solches Weltklimaabkommen sieht dann vor, dass den einzelnen Mitgliedsstaaten CO<sub>2</sub>-Emissionsrechte zugeteilt werden. Diese CO<sub>2</sub>-Rechte sind aber handelbar. Dann errichten die Mitgliedstaaten einen Fonds, der CO<sub>2</sub>-Rechte ankauft und verkauft und auf diese Weise den Weltmarktpreis für CO<sub>2</sub> stabilisiert, anfänglich zum Beispiel auf der Höhe von 40€/t. Dieser Fonds muss natürlich mit Finanzmitteln ausgestattet werden. Gleichzeitig werden die national zugeteilten CO<sub>2</sub>-Emissionsrechte auch für die Zukunft festgelegt und es wird damit ein Welt-CO<sub>2</sub>-Emissionspfad für die Zukunft vorgegeben. Im Verlauf der Zeit werden somit die CO<sub>2</sub>-Emissionen immer geringer werden.

Sollte nun bei dem vom Fonds stabilisierten Preis von 40€/t die Nachfrage nach CO<sub>2</sub>-Emissionen höher sein als das Angebot, so stellt der Fonds zusätzliche CO<sub>2</sub>-Emissionsrechte bereit. Damit verhindert er einen Anstieg des CO<sub>2</sub>-Preises über die 40€ hinaus. Sollte sich über eine mittlere Frist herausstellen, dass die Nachfrage ständig höher ist als das Angebot, so muss der Fonds das Recht haben, den CO<sub>2</sub>-Preis allmählich anzuheben. Das langfristige Ziel muss sein, dass der Fonds im Saldo kumulativ keine zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionsrechte schafft, so dass langfristig der CO<sub>2</sub>-Emissionspfad, der den nationalen Emissionsrechten

entspricht, eingehalten werden kann. Die Finanzierung des Fonds ist dann kein Problem, wenn eine Übernachfrage nach Emissionslizenzen bei dem vom Fonds stabilisierten Preis entsteht, denn dann verkauft der Fonds Emissionsrechte, und damit erhält er Finanzmittel. Ein Finanzierungsproblem des Fonds entsteht nur dann, wenn bei dem vom Fonds stabilisierten CO<sub>2</sub>-Preis das Angebot an CO<sub>2</sub>-Emissionsrechten größer ist als die Nachfrage, so dass er zur Stabilisierung des CO<sub>2</sub>-Preises Emissionsrechte aufkaufen muss.

Dieser letztere Fall ist zwar der finanzpolitisch kritischere, aber er ist der umweltpolitisch bessere, denn das bedeutet ja, dass die nationalen CO<sub>2</sub>-Emissionen im Durchschnitt geringer sind als die vertraglich erlaubten Emissionen. Andererseits muss für diesen Fall natürlich im Vertrag von vorneherein eine Vorkehrung getroffen sein, wie das Defizit des Fonds durch eine faire Verteilungsregel finanziell ausgeglichen wird.

Hinter diesem Gedanken von handelbaren Emissionsrechten auf weltweiter Ebene steht die Erkenntnis der ökonomischen Theorie, dass ein solcher Markt für ein homogenes Gut dafür sorgt, dass das knappe Gut dort eingesetzt wird, wo es seine effizienteste Verwendung bekommt. Das Gut wandert – wie der Ökonom sagt – "zum besten Wirt", denn der effizienteste Nutzer von CO<sub>2</sub> ist dann auch derjenige, der bereit und in der Lage ist, den höchsten Preis für CO<sub>2</sub> zu bezahlen. Ein modernes Kohlekraftwerk, welches pro Kilowattstunde weniger Kohle verbraucht als ein altes Kohlekraftwerk, kann sich bei gleichem Strompreis einen höheren CO<sub>2</sub>-Preis leisten als das alte. Damit aber wird erreicht, dass der Strom mit weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden ist als es der Fall wäre, wenn es das Regime nicht gäbe oder wenn die CO<sub>2</sub>-Lizenzen auf irgendeine andere Weise quasi administrativ- planwirtschaftlich verteilt würden. Dieser Markt findet also die Minimalkosten einer vorgegebenen Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Es ist wichtig, dass mittelfristig der CO<sub>2</sub>-Preis einigermaßen stabil ist. Langfristig kann er durchaus entweder im Trend steigen oder absinken, je nachdem, wie der Bedarf unter dem Aspekt einer effizienten Klimapolitik ist. Wenn er aber mittelfristig sehr stark schwanken würde, was ohne die Ausgleichsfunktion dieses Fonds der Fall wäre, dann würde es den Investoren von Anlagen, die dazu beitragen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren, sehr viel schwerer fallen, zu disponieren. Sie würden eine wesentlich höhere Risikoprämie verlangen und damit würde das ganze System wesentlich ineffizienter arbeiten.

Gegeben, dass ein Weltklimaabkommen in dieser Form die effizienteste Lösung darstellt, bleibt das Problem, wie man sich auf die Emissionsmengen der einzelnen Staaten einigt. Dieses ist letztlich eine Verhandlungssache, die in den Verhandlungen, die zu einem solchen Abkommen führen sollen, gelöst werden muss. Sicherlich gibt es aber hier bestimmte allgemeine Gerechtigkeitsprinzipien. So kann man den Ländern der Dritten Welt zustimmen, dass zumindest auf Dauer die Erlaubnis, CO<sub>2</sub> oder andere Spurengase zu emittieren, proportional zur Kopfzahl eines jeweiligen Landes sein sollte. Heute sind die Pro-Kopf-Emissionen der reichen Länder natürlich wesentlich höher die der armen Länder. Also müssen die nationalen Zielpfade so aussehen, dass schließlich irgendwann in der Mitte des Jahrhunderts die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf in den verschiedenen Ländern gleich groß sind. Davor liegt eine Anpassungsperiode, in der es den reichen Staaten möglich sein muss, mehr an CO<sub>2</sub> zu emittieren, als ihrem Bevölkerungsanteil entspricht, was andererseits bedeutet, dass umgekehrt die Länder der Dritten Welt weniger emittieren als ihrer Bevölkerungszahl entspricht. Um die ärmeren Teilnehmerstaaten an einem solchen Abkommen für diese Ungerechtigkeit zu kompensieren, ist es erforderlich, dass die anfängliche Finanzausstattung des Fonds von den reichen Ländern getragen wird.

Ich füge nunmehr noch einige mehr inhaltliche, energiepolitische Gedanken an, um dem Leser die relativ abstrakte Formulierung eines solchen Weltabkommens etwas anschaulicher zu machen.

Von der Struktur des Weltklimaproblems her wissen wir, dass es nicht genau auf den Zeitpunkt ankommt, wann CO<sub>2</sub> emittiert wird. Es muss nur dafür gesorgt werden, dass kumulativ und auf die Dauer die CO<sub>2</sub>-Emissionen zurückgehen. Hierbei kann es durchaus sinnvoll sein, höhere CO<sub>2</sub>-Emissionen zu Anfang in Kauf zu nehmen, wenn es dadurch leichter wird, die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf die Dauer stärker zu reduzieren. Diesen Gedanken kann man am Beispiel China verdeutlichen. China war bis vor kurzem ein sehr armes Land. Durch die Hinwendung zur Marktwirtschaft befindet es sich nunmehr in einem stürmischen Aufholprozess des wirtschaftlichen Wachstums. Der Lebensstandard der chinesischen Bevölkerung steigt jeweils in weniger als 10 Jahren auf das Doppelte. Wenn man diesen Wachstumspfad in die Zukunft bis in die Mitte des Jahrhunderts fortschreiben darf, dann bedeutet dieses, dass China schon vor der Mitte des Jahrhunderts denselben Pro-Kopf-Reichtum erreicht hat, wie heute Europa.

Nun ist es eine historische Erfahrung, dass das Umweltbewusstsein mit steigendem Lebensstandard wächst. Wer heute hungert, denkt nicht an die fernere Zukunft. Für ihn hat Priorität, jetzt genug zu essen zu bekommen, um zu überleben. Kann eine Bevölkerung sich ernähren, so beginnt sie sich um Wohnung und Kleidung zu kümmern. Danach interessiert sie sich für eine gute Ausbildung ihrer Kinder und für die eigene Gesundheit. An dieser Stelle beginnt das Umweltbewusstsein; denn es ist ja nicht zu leugnen, dass Umweltverschmutzung in der Regel auch mit Gesundheitsschäden einhergeht. Zuerst denkt man an die lokale Umwelt. Es werden nun Filter in die Kraftwerke eingebaut, die Kohlestaub und  $\text{SO}_2$  und andere gesundheitsschädliche Substanzen zurückhalten. Bei weiter steigendem Lebensstandard wird dann auch das Klimaproblem bedeutsam für die Bevölkerung. So bekommt man das paradoxe Ergebnis, dass das wirtschaftliche Wachstum zwar einerseits schädlich für die Stabilisierung des Weltklimas ist, dass es aber andererseits die subjektive, psychologische Voraussetzung dafür ist, die Bevölkerung für die Stabilisierung des Klimas zu interessieren. Es ist unbedingt erforderlich, dass China in ein Weltklimaabkommen mit einbezogen wird. Man sollte daher zu Anfang der chinesischen Bevölkerung erhebliche  $\text{CO}_2$ -Emissionsrechte konzederieren, so dass von daher keine Bremse für ihr wirtschaftliches Wachstum entsteht. Dies allerdings zu dem Preis, dass China sich heute schon verpflichtet, die  $\text{CO}_2$ -Emissionen in späteren Jahrzehnten entsprechend dem Abkommen zu reduzieren. Ein solches Vorgehen hätte erstens den Vorteil, China dazu zu bewegen, einem solchen Abkommen beizutreten und hätte zweitens den Vorteil, sogleich den Preis der Emission von  $\text{CO}_2$  in China auf das Niveau des Weltmarktpreises anzuheben. Die Opportunitätskosten der Emission von  $\text{CO}_2$  würden dann auch für ein Land wie China steigen, obwohl China mehr Emissionsrechte zugeteilt bekommen hat, als es gegenwärtig braucht; denn alle nicht gebrauchten  $\text{CO}_2$ -Emissionsrechte können an den Fonds verkauft werden. Damit ist für die chinesische Regierung der Anreiz geschaffen, den  $\text{CO}_2$ -Preis auch im inneren chinesischen Markt auf diesem Welt- Niveau festzusetzen und so einen effizienten Allokationsmechanismus für  $\text{CO}_2$  zu installieren. Dieses kann sofort nach Abschluss des Weltklima-Abkommens geschehen. Ein solches Vorgehen würde auch den Wachstumsprozess in China in keiner Weise beeinträchtigen, denn der Verteuerung des Stroms durch dieses  $\text{CO}_2$ -Regime stehen die zusätzlichen Einnahmen aus dem Verkauf von  $\text{CO}_2$ -Rechten an den Fonds gegenüber, die ja ihrerseits Geldmittel sind, die wieder in den Investitionsprozess für das wirtschaftliche Wachstum einfließen können.

Analoge Überlegungen gelten für Indien oder Brasilien.

Konfrontiert man das Erfordernis eines Weltklimaabkommens, wie es hier skizziert worden ist, mit den Energieprognosen der Internationalen Energieagentur, die wir oben besprochen haben, so ist vollkommen klar, dass das Weltklimaproblem nur gelöst werden kann, wenn es gelingt, die CO<sub>2</sub>-Abscheidung und Sequestrierung beim Verbrennen von Kohle, Öl oder Gas in großen Anlagen technisch in den Griff zu bekommen und wirtschaftlich zu erträglichen Kosten durchzuführen. Noch so viele Windmühlen, Solaranlagen und Kernkraftwerke können „Clean Coal“ nicht ersetzen. Technisch gesehen ist der wichtigste Beitrag, den ein Land wie Deutschland zur Lösung des Klimaproblems leisten kann, dass es der Welt vorführt, wie Clean Coal funktioniert. Das ist um Größenordnungen wichtiger als die Förderung von Windenergie oder Solarenergie.

Diese Aussage wird zusätzlich untermauert durch die Überlegungen, die Hans-Werner Sinn vollkommen zu Recht bezüglich des Klimaproblems angestellt hat. In seiner Thünen-Vorlesung, die er im Oktober 2007 beim Verein für Socialpolitik gehalten hat<sup>9</sup>, aber auch in anderen Publikationen weist er auf folgendes hin: Die Exportländer von fossilen Energierohstoffen, also Kohle, Erdöl und Erdgas sind am Absatz ihrer Ware interessiert, ja für lange Zeit darauf angewiesen. Der Weltmarktpreis für diese Waren bildet sich durch Angebot und Nachfrage. Wenn nun durch zusätzlichen Bau von Anlagen für die erneuerbaren Energien oder von Kernkraftwerken oder durch Energieeinsparung die Nachfrage nach Kohle und Erdgas zurückgeht, wenn die Nachfrage nach Erdöl zurückgeht, weil die Autofahrer gezwungen werden, zusätzlich Bio-Sprit zu verwenden, dann führt dieser Nachfrageausfall kurzfristig und mittelfristig vor allem zu einem Absinken des Preises dieser Energieträger, also zu einem niedrigeren Ölpreis, zu einem niedrigeren Gaspreis und wahrscheinlich auch zu einem niedrigeren Kohlepreis. Dadurch aber wird an anderen Stellen der Welt dann umso mehr Kohle, Gas und Öl verwendet, bis wieder ein Ausgleich zwischen Angebot und Nachfrage stattgefunden hat. Mit anderen Worten: Nach einer extremen Variante der Sinn-These reduzieren die Förderung erneuerbarer Energien und der Bau zusätzlicher Kernkraftwerk gar nicht die CO<sub>2</sub>-Emissionen. Sie werden dadurch nur verlagert. Nachdem wir nun einmal über Jahrhunderte – und verstärkt in den letzten Jahrzehnten – auf fossile Brennstoffe gesetzt haben und damit das Angebot durch technischen Fortschritt und hohe

---

<sup>9</sup> Sinn, Hans-Werner, Das grüne Paradoxon: Warum man das Angebot bei der Klimapolitik nicht vergessen darf, Thünen Vorlesung bei der Tagung des Vereins für Socialpolitik 2007, erscheint in Perspektiven der Wirtschaftspolitik 2008.

Investitionen herausgelockt haben, werden wir dieses Angebot so schnell gar nicht mehr los. Der Drang der Anbieter, also z.B. der Staaten am Persischen Golf oder anderer erdölexportierender Staaten, ihre Kassen mit diesen Exporten zu füllen, kann nur mit einer erfolgreichen Klimapolitik kompatibel gemacht werden, wenn man mithilfe der CO<sub>2</sub>-Abscheidung und Sequestrierung dafür sorgt, dass dieses Angebot eben nicht oder nur in vermindertem Maße zu CO<sub>2</sub>-Emissionen führt.

Die Frage, wie stark dieser "Sinn-Effekt" ist, kann nur empirisch beantwortet werden. Wie viel von einem Kubikmeter Erdgas oder einer Tonne Steinkohle, die durch den Bau von Windkraftanlagen an einer Stelle der Welt eingespart werden, verschwindet vom Weltmarkt, weil der gesunkene Preis dieses Energieträgers seine Förderung unrentabel macht? Wie viel von diesem eingesparten fossilen Energieträger wird anderweitig auf der Welt zusätzlich verbraucht, weil der gesunkene Preis diesen Einsatz nunmehr rentabel macht? Unterstellt man im Rahmen einer Beispielrechnung, dass die langfristige Nachfragekurve nach fossilen Energieträgern dieselbe Steigung (mit negativem Vorzeichen) hat wie die langfristige Angebotskurve (mit positivem Vorzeichen), dann bewirkt jede technische Einsparung fossiler Energieträger durch Einsatz erneuerbarer Energieträger, durch zusätzliche Kernenergie, durch zusätzlichen Energieeinsparmaßnahmen, durch Verzicht auf wirtschaftliches Wachstum, dass die Hälfte der so eingesparten fossilen Energie über den gesunkenen Preis anderweitig zusätzlich verbrannt wird. Das hat zur Folge, dass der Nettoeinspareffekt aufgrund des "Sinn-Effekts" nur halb so groß ist, wie er ohne diesen Effekt wäre.

Demgegenüber ist die Netto-Wirkung der CO<sub>2</sub>-Einsparung bei "Clean Coal" aufgrund des Sinn-Effekts sogar größer als die anfängliche technische Einsparung. Denn die Sequestrierung von CO<sub>2</sub> bei Kohlekraftwerken kostet ja zusätzliche Energie. Also benötigt man bei Clean Coal mehr Kohle pro Kilowattstunde Strom als ohne die Sequestrierung. Obwohl also mit Clean Coal die CO<sub>2</sub>-Emissionen sinken, vermehrt sich durch sie die Nachfrage nach Kohle. Also hat diese Art der Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gegensatz zu den anderen Arten einen preissteigernden Effekt für fossile Energieträger mit der Folge, dass die Nachfrage nach ihnen in den Anwendungsbereichen, in denen keine Sequestrierung stattfindet, zurückgeht. Für eine Tonne sequestrierten CO<sub>2</sub> ergibt sich damit eine Gesamteinsparung von CO<sub>2</sub>, die sogar größer ist als eine Tonne. Der Klimaeffekt einer Tonne technisch eingesparten CO<sub>2</sub> durch Sequestrierung ist damit wesentlich größer als der Klimaeffekt einer technisch eingesparten Tonne CO<sub>2</sub> durch erneuerbare Energien oder durch Kernenergie.

Abschließend noch einige Bemerkungen zur Klimapolitik in ihrer europäischen bzw. nationalen Umsetzung. Das vor 11 Jahren geschlossene Kyoto-Abkommen umfasst 30% der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen – soweit es sich um diejenigen Staaten handelt, die tatsächlich Minderungspflichten auf sich genommen haben. Diese Minderungspflichten liegen in der Größenordnung von 10% verglichen zum Ausgangswert von 1990. Es handelt sich bei diesen Staaten überwiegend um wirtschaftlich langsam wachsende Staaten. Dies bedeutet, dass ohne das Kyoto-Abkommen ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen 1990 und 2012 in der Größenordnung von 10% gewachsen wären. Damit bewirkt das Kyoto-Abkommen, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen innerhalb der Staaten, die sich zur Minderung verpflichtet haben, um durchschnittlich 20% niedriger liegen, als sie gelegen hätten, wenn man das Kyoto-Abkommen nicht abgeschlossen hätte. Diese 20% beziehen sich auf 30% der weltweiten Emissionen. Sie machen damit 6% der weltweiten Emissionen des Ausgangsjahrs 1990 aus. Angesichts der Tatsache, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen weltweit (trotz Kyoto- Abkommen) zur Zeit immer noch mit 1,8% pro Jahr wachsen, bedeutet diese einmalige Einsparung von 6% der weltweiten Emissionen nur eine Verzögerung des Wachstums der CO<sub>2</sub>-Emissionen um etwa 3 Jahre. Mehr hat das Kyoto-Abkommen nicht erreicht. Sein direkter Effekt auf das Klima ist damit vernachlässigbar klein.

Dieses Kyoto-Abkommen macht nur Sinn, wenn man unterstellt, dass das gute Vorbild, das Verhalten eines Musterschülers, das man hier an den Tag legt, andere Staaten der Weltgemeinschaft eher veranlasst, sich an einem echten Weltklimaabkommen zu beteiligen. Es spricht einiges dafür, dass diese Verhaltensannahme richtig ist. Man sieht, dass die Bereitschaft, aktive Klimapolitik zu betreiben, in den Vereinigten Staaten in den letzten Jahren doch stark gestiegen ist; und dies mag durchaus zum Teil auf die Existenz des Kyoto-Abkommens zurückführbar sein. Auch die chinesische Führung hat sich möglicherweise durch "Kyoto" beeindrucken lassen.

Immerhin ist aber immer noch nicht ausgeschlossen, dass ein Weltklimaabkommen unter Einschluss aller OECD-Staaten sowie Chinas, Indiens und Brasiliens und schließlich Russlands doch noch scheitert. Für den Fall eines solchen Scheiterns bedarf es in Europa eines "Plans B". Sollte es zu einem solchen Scheitern kommen, spricht manches dafür, die Klimapolitik auch in den Kyoto-Staaten zu beenden. Denn solange Industrieunternehmen aus diesen Staaten mit solchen Unternehmen in den USA oder China konkurrieren müssen, die

den Belastungen eines solchen Abkommens nicht unterliegen, ergeben sich Wettbewerbsverzerrungen zulasten von Arbeitsplätzen und Wohlstand in den Kyoto-Staaten. Und dies, das Scheitern vorausgesetzt, ohne jeden Effekt auf das Weltklima. Außerdem führt die Abwanderung insbesondere der energieintensiven Industriezweige in die Nicht-Kyoto-Staaten dazu, dass die Emissionen gar nicht reduziert, sondern nur verlagert werden. Das alles macht dann keinen Sinn mehr. Es wäre dies dann sogar ein Stück weit eine verlogene Politik, indem man sich einer CO<sub>2</sub>-Einsparung rühmt, die in großen Teilen gar nicht stattgefunden hat, weil sie zu vermehrten CO<sub>2</sub>-Emissionen in anderen Weltgegenden geführt hat.

Ein zweiter Punkt ist, dass die Maßnahmen, die getroffen werden, um CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren, zurzeit außerordentlich dirigistisch sind. Zum Teil sind sie deswegen sogar kontraproduktiv. Das zeigt das Beispiel des Bio-Sprit. Wenn aufgrund der Verpflichtung, Bio-Sprit beizumischen, die Agrarpreise steigen, so bedeutet dies zuerst einmal eine starke Benachteiligung des armen Teils der Weltbevölkerung, deren Nahrungsmittel damit teurer werden. Es bedeutet aber zweitens, dass mehr Kunstdünger ausgebracht wird. Denn die höheren Agrarpreise erhöhen die gewinnmaximierende Menge an eingesetztem Kunstdünger. Wie Crutzen und Mitautoren dargelegt haben<sup>10</sup>, ist das Ausbringen von Kunstdünger außerordentlich klimaschädlich wegen des dabei entstehenden Spurengases Lachgas. Im Saldo ist nach Crutzen und Mitautoren die Beimischung von Bio-Sprit emissionsstreibend und nicht emissionshemmend, was Treibhausgase betrifft.

Aber auch sonst ist der Staat nicht der beste Verwalter knapper Ressourcen. Das zeigen die miserablen Ergebnisse planwirtschaftlicher Versuche in der Menschheitsgeschichte, wenn man sie mit marktwirtschaftlichen Systemen vergleicht. Sinnvoll ist auch in der Klimapolitik ein Übergang zu Preismechanismen. Das Weltklimaabkommen, das ich oben skizziert habe, könnte damit auch ein Vorbild für eine effizientere Klimapolitik auf nationaler Ebene sein. Wenn heute z.B. die Solarenergie in der Form der Einspeisung von Solarstrom in das Netz zu einem Preis von fast einem halben Euro pro Kilowattstunde gefördert wird, dann ist das eine Form von Klimapolitik, die im Vergleich zu dem oben abgeschätzten Preis von 40€ pro Tonne eingesparter CO<sub>2</sub>-Emission um eine ganze Größenordnung zu teuer ist. Es werden

---

<sup>10</sup> Crutzen, PJ, Mosier, AR, Smith, KA, Winiwarter, W, N<sub>2</sub>O release from agrobiofuels negates global warming reduction by replacing fossil fuels, Atmos Chem . Phys. Discuss., 7, 11191-11205. Vgl. auch die sehr detaillierte Stellungnahme: Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik. [http://www.bmelv.de/clin\\_045/nn\\_1021300/DE/14-WirUeberUns/Beiraete/Veroeffentlichungen/NutzungBiomasseEnergiegewinnung.html\\_\\_nnn=true](http://www.bmelv.de/clin_045/nn_1021300/DE/14-WirUeberUns/Beiraete/Veroeffentlichungen/NutzungBiomasseEnergiegewinnung.html__nnn=true)

damit Anlagen gefördert, deren Beitrag zur Emissionsminderung vielleicht 300-400 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> kostet.

Solche Extravaganzen in der Klimapolitik kann sich ein reiches Land natürlich leisten. Es zahlt dann eben der Stromkunde ein Stück mehr für seinen Strom. Aber man könnte die so verwendeten Ressourcen für den Klimaschutz wesentlich effizienter einsetzen und würde damit bei gleichen Kosten vielleicht ein Acht- bis Zehnfaches an Klimaschutz erreichen.

Die Abschätzung eines für die Klimapolitik ausreichenden Preises von 40 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalent kann damit auch heute schon als Leitlinie für die Vorreiter-Politik bei der nationalen oder europäischen Klimapolitik dienen. Fördermaßnahmen und dirigistische Gebote und Verbote sollten den Test bestehen, dass sie CO<sub>2</sub> zu Kosten einsparen, die unter 40 Euro pro Tonne liegen. Viele der heutigen klimapolitischen Instrumente würden diesen Test kaum bestehen können.

Es muss gerade auch im Interesse einer nachhaltigen Klimapolitik liegen, dass diese effizient ausgestaltet ist. Ineffiziente, zu teure Klima- Instrumente werden letztlich angesichts der drängenden Probleme, die sonst noch auf die Politik einströmen, die Klimapolitik selbst diskreditieren. Wenn heute zum Beispiel der Neubau von Kohlekraftwerken in Deutschland auf Widerstand stößt, der zum Teil auch klimapolitisch begründet wird, dann wird die dadurch und durch den Ausstieg aus der Kernenergie zu erwartenden Engpasssituation bei der Stromversorgung in der Bevölkerung zu einem Stimmungsumschwung führen, der sich dann auch negativ auf die Klimapolitik auswirken wird.

Das Fazit dieser Überlegungen zur Klimapolitik ist dieses: Nur ein Weltklima-Abkommen ist sinnvoll, das zumindest die OECD-Staaten, sowie China, Indien und Russland zu massiven Emissionsverminderungen verpflichtet. Die erforderlichen Emissionsverminderungen sind nicht allein durch Energie-Einsparung, Förderung erneuerbarer Energien und Kernenergie erreichbar; auf "Clean Coal" kann nicht verzichtet werden. Der wichtigste Beitrag, der aus Deutschland technisch-wirtschaftlich kommen kann, ist das Vorführen von funktionsfähigen Anlagen für "Clean Coal". Bestimmte Formen der Förderung erneuerbarer Energien, wie zum Beispiel die Zwangsbeimischung von Biosprit, sind klimapolitisch geradezu kontraproduktiv.