

Jutta Albrecht und Jana Lippelt

Die Ölkatastrophe im Golf von Mexiko hat uns einmal mehr auf besonders drastische Weise den Preis unserer Abhängigkeit von Erdöl und fossilen Brennstoffen im Allgemeinen vor Augen geführt. Unsere heutige Welt scheint ohne fossile Energie nicht denkbar zu sein. Rund 80% der weltweiten Energienachfrage werden derzeit aus Erdöl, Kohle und Erdgas gedeckt. Und der Energiebedarf wächst rasant: Zwischen 1980 und 2000 stieg die globale Energienachfrage um rund 40%, und laut Prognosen der Internationalen Energieagentur (IEA) wird sie zwischen 2000 und 2030 um 68% ansteigen.<sup>1</sup>

Die Weltkarte in Abbildung 1 zeigt den Anteil nichtfossiler Energieträger – die Summe aus erneuerbaren Energien und der nahezu CO<sub>2</sub>-freien Atomkraft – am Gesamtenergieverbrauch von 135 Ländern im Jahr 2007. Laut den hier verwendeten Daten der Weltbank deckten nur 22 Länder ihren Energiebedarf zu 20% oder mehr aus nichtfossilen Energieträgern, weitere 18 zu 10 bis 20%. In Nordamerika fällt besonders Kanada auf, für dessen Energieversorgung die Wasserkraft eine Schlüsselrolle spielt. Die USA greifen neben den fossilen Energieträgern vor allem auf die Atomkraft zurück. In Lateinamerika sind Biomasse und Wasserkraft von großer Bedeutung. Paraguay ist nicht nur

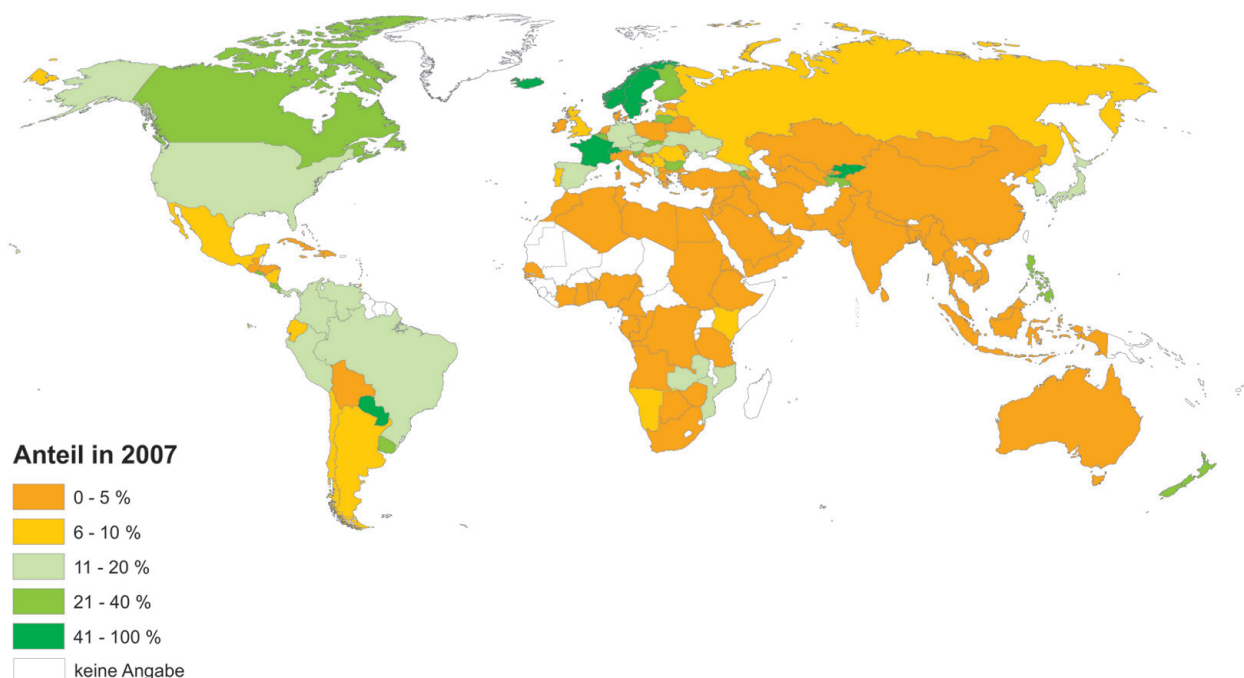
in Lateinamerika, sondern mit 100% nichtfossiler Energieversorgung weltweit führend. Es deckt seinen Energiebedarf vollständig aus Wasserkraft. In Europa sind es vor allem die skandinavischen Staaten, die durch einen hohen Anteil an Wasserkraft und Island durch Geothermie im deutlich geringeren Maße von fossilen Energieträgern abhängig sind. Frankreichs grüne Einfärbung hingegen ist auf einen sehr hohen Anteil der Atomkraft zurückzuführen (77% der Stromerzeugung stammen hier aus Kernkraft). In Neuseeland wird der Endenergieverbrauch zu einem Viertel durch Wasserkraft und Geothermie gedeckt. Die beiden ringsum von fast ausschließlich auf fossile Energieträger angewiesenen Ländern umgebenen grünen Staaten in Zentralasien sind Kirgisien und Tadschikistan, wo die Wasserkraft zu je über 40% zum Endenergieverbrauch beiträgt. Der Anteil nichtfossiler Energie am Endverbrauch der großen Mehrheit der betrachteten Länder lag im einstelligen Bereich oder bei null.

Eine Abkehr von der fossilen Energie ist nicht abzusehen. Der langfristige Trend (vgl. Abb. 2) zeigt vielmehr, dass die Abhängigkeit von ihr in den letzten drei Jahrzehnten weltweit immer weiter zunahm und dieser Trend voraussichtlich auch bis 2030 anhalten wird.

<sup>1</sup> Globaler jährlicher Energieverbrauch: 1980: 7 228 Mtoe, 2000: 10 018 Mtoe, Prognosewert für 2030: 16 790 (vgl. IEA 2009, 74).

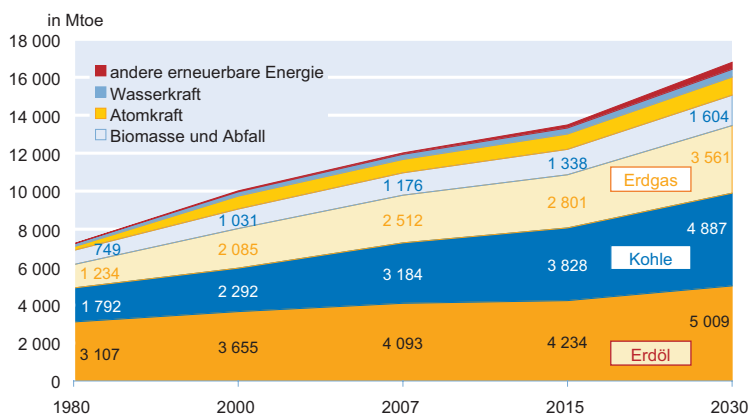
Indes sind die Gründe, mit dieser Abhängigkeit schnellstmöglich zu brechen, ebenso altbekannt wie weiterhin

**Abb. 1**  
Anteil nichtfossiler Energieträger am Endenergieverbrauch



Quelle: Weltbank (2010).

Abb. 2  
Primärenergieverbrauch weltweit nach Energieträgern



2015 und 2030: Werte des Referenzszenarios der IEA.

Quelle: IEA (2009, 74).

zwingend. Da ist zum einen die Energiesicherheit: Die Reserven sind außer im Falle von Kohle global ungleich verteilt: 75% der Erdölreserven lagern in den OPEC-13-Staaten und nur 6% in OECD-Ländern. Ähnlich ist es beim Erdgas: 80% lagern in GUS-Ländern oder den OPEC-13-Staaten. Die Reichweite dieser Reserven, insbesondere die von Erdöl, ist zudem sehr begrenzt. Die Erdölreserven werden nach derzeitigen Prognosen für noch etwa 40 Jahre, das Erdgas für 60 Jahre reichen. Kohle steht noch für mehrere hundert Jahre zur Verfügung (Hartkohle für rund 140, Weichbraunkohle für rund 300 Jahre, vgl. Sinn 2008, 307).

Das inzwischen wichtigere Argument ist jedoch das ökologische: Nicht nur sind die Vorkommen immer schwerer zugänglich, die Handhabung, wie der jüngste Vorfall zeigt, immer komplizierter, Unfälle immer folgenschwerer. Vor allem ist inzwischen unbestritten, dass das Ausschöpfen dieser Reserven unabsehbare Folgen für das globale Klima hätte. Denn die Verbrennung fossiler Brennstoffe ist die Quelle von 57% der globalen anthropogenen Treibhausgasemissionen, die für die voranschreitende Erderwärmung ursächlich sind (vgl. IPCC 2007, 5).

Das Energiesicherheitsargument wurde mit dem ersten Ölpreisschock 1974 erstmals eindrucksvoll, für den Einzelnen fühlbar veranschaulicht, was jedoch nicht dazu führte, dass die fossile Energie als Basis des modernen Wirtschaftslebens ganz grundsätzlich infrage gestellt worden wäre. Dabei war das entsprechende Problembewusstsein auch schon vor dem ersten Ölpreisschock durchaus vorhanden: Der Club of Rome thematisierte bereits 1972 in seiner aufsehenerregenden Publikation »Grenzen des Wachstums« die Problematik begrenzter Rohstoffe, insbesondere des Erdöls.

Das Klimaargument scheint nur langsam im öffentlichen Bewusstsein anzukommen, was wahrscheinlich mit der Komplexität der Thematik und dem schieren Ausmaß der Herausforderung zu tun hat. Zwar hat sich in der Wissenschaft ein weitgehender Konsens bezüglich der Grundzüge der Klimaproblematik gebildet, eine weltweite koordinierte politische Reaktion, die dem Ausmaß des Problems gerecht würde, lässt aber, wie das klägliche Scheitern des Kopenhagener Klimagipfels im Dezember 2009 zeigte, noch auf sich warten.

Indes geht die IEA in ihrem Referenzszenario (bei Projektion des heutigen Ist-Zustandes) von rapide steigenden energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus. Waren sie zwischen 1990 und 2007 von jährlich 20,9 Gt auf 28,8 Gt angestiegen, lägen sie demnach in 2020 bei 34,5 Gt und in 2030 40,2 Gt. Zum Vergleich: Um auch nur die Möglichkeit zu wahren, die Erderwärmung langfristig auf 2°C begrenzen zu können, darf der jährliche energiebedingte CO<sub>2</sub>-Ausstoß laut vom IPCC (2007) durchgerechneten Szenarien langfristig nicht über 5 Gt CO<sub>2</sub> liegen. Die im IEA-Referenzszenario zu erwartende Entwicklung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen hingegen wäre mit einem Anstieg der durchschnittlichen globalen Temperatur um 6°C verbunden. Bereits bei einem Anstieg bis zu 2°C rechnet das IPCC mit erheblichen Auswirkungen auf Mensch und Natur. Eine Erwärmung über diesen Grenzwert hinaus wird mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit zu irreversiblen Veränderungen des globalen Klimasystems mit unvorhersehbaren Folgen führen.

Was also tun? Erforderlich ist nichts weniger, als eine Energievolution. Die Art und Weise, wie wir Energie erzeugen und verbrauchen, muss sich grundlegend ändern: Weg von fossilen Brennstoffen hin zu erneuerbaren Energien und – ja auch – Atomkraft, Forcierung der Energieforschung, gezielte Förderung eines Strukturwandels. Dieser Wandel wird zwangsläufig mit enormen Kosten verbunden sein: Die im Energiesektor zwischen 2010 und 2030 benötigten zusätzlichen Investitionen schätzt die IEA (2009, 257) auf weltweit insgesamt 10,5 Billionen Dollar.<sup>2</sup>

Entscheidend ist zudem schnelles Handeln. Zum einen weil der CO<sub>2</sub>-Haushalt der Atmosphäre ein äußerst träges System ist: Die durchschnittliche Verweildauer des heute emit-

<sup>2</sup> Diese Zahl bezieht sich auf ein mit dem 2°C-Ziel kompatibles Szenario, das eine CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre von 450 ppm unterstellt. Nahezu die Hälfte dieser Summe müsste für die Umrüstung des Verkehrssektors auf Elektro- und Hybridfahrzeuge bereitgestellt werden, 2,5 Billionen für den Bereich Gebäude, 1,7 Billionen für neue Kraftwerke, 1 Billion würde in der Industrie benötigt und 0,4 Billionen für die Erzeugung von Biotreibstoff.

tierten CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre liegt bei 30 000–35 000 Jahren (vgl. Sinn 2008, 27). Aber auch die Infrastruktur, die es umzustellen gilt, ist durch die Lock-in-Effekte ein recht träges System. Energieinfrastruktur benötigt langlebige, sehr kostenintensive Investitionen. Die Lebensdauer eines Kohlekraftwerks beispielsweise liegt bei 40 bis 60 Jahren, so dass die heute gebauten Anlagen die Emissionen für eine ganze Generation festlegen.

Was sind nun die Handlungsoptionen? Im Folgenden seien nur einige konkrete Ansätze genannt.

Ein bereits kurzfristig verfügbares Instrument beispielsweise ist die Verbesserung der Energieeffizienz. Sie birgt erhebliche Energieeinsparpotentiale zu niedrigen oder gar negativen Kosten und kann zudem entscheidende Wettbewerbsvorteile bringen.

Von zentraler Bedeutung wäre die vollständige Internalisierung negativer externer Effekte der Verbrennung fossiler Energieträger, durch die diese teurer und damit weniger nachgefragt würden. Derzeit existiert kein – weltweit einheitlicher – Preis für CO<sub>2</sub>-Emissionen, sie sind für die Emittenten in der Regel nicht mit Kosten verbunden. Zwar wird ein Teil der CO<sub>2</sub>-Emissionen inzwischen durch den Emissionshandel erfasst. Eine vollständige Erfassung wäre wichtig und beispielsweise durch eine adäquate flächendeckende CO<sub>2</sub>-Steuer möglich.

Unverzichtbar ist natürlich eine gezielte Förderung erneuerbarer Energien. Allerdings sind integrative effiziente Konzepte gefragt. Einzelstaatliche Anstrengungen unter suboptimalen natürlichen Gegebenheiten, wie die umfangreiche Förderung der Photovoltaik in Deutschland, sind kein Beispiel einer zielführenden Initiative.

Die Förderung der CCS-Technologie ist wichtig, weil zumindest mittelfristig die fossilen Energieträger unverzichtbar sein werden. Weitere Forschung auf diesem Gebiet und die Schaffung eines funktionierenden regulativen Rahmens müssen wesentliche Schwerpunkte eines energiepolitischen Gesamtkonzeptes sein.

Wichtig wäre auch eine sachliche Debatte über die Atomkraft, ein insbesondere in Deutschland vor allem emotional diskutiertes Thema. In Deutschland scheiden sich die Geister an der Frage »Abschalten ja oder nein?«, an einen Bau neuer Atomkraftwerke ist hierzulande nicht zu denken. Interessanterweise ist dies im Rest der Welt grundsätzlich anders. In China waren Ende 2008 26 neue Kernkraftwerke entweder im Bau oder bis 2020 geplant. In Russland waren es 19, in Indien 16, in Südkorea und Südafrika jeweils 15 (vgl. BMWi 2010). Aber auch in Osteuropa ist die Atomkraft auf dem Vormarsch: in Bulgarien, der Slowakei und Tschechien werden nach derzeitiger Planung bis 2020 je-

weils zwei neue Atomkraftwerke ans Netz gehen (vgl. WirtschaftsWoche 2010). Wenngleich glühende Verfechter von Kernkraft außerhalb der Energieindustrie sicherlich rar gesät sind, müssen sich all jene, die die Kernkraft kategorisch ablehnen, fragen lassen, welche ernsthafte Alternative sie anzubieten haben. Erneuerbare Energien vermögen, so zentral sie für die Energiezukunft sind, den kurz- und mittelfristig bislang durch fossile Energieträger gedeckten Energiebedarf nicht zu decken. Kernenergie kann eine wichtige Brückentechnologie sein, bis ein Ersatz für fossile Energieträger und die Kernkraft gefunden ist. Die Kernkraft ist zu 98% CO<sub>2</sub>-frei, anders als derzeit in der Regel die erneuerbaren Energien grundlastfähig und liefert kostengünstigen Strom. Die ungelöste Frage der Endlagerung des Atommülls und die Angst vor Unfällen, die seit Tschernobyl die Diskussion über die Kernenergie prägt, sind nicht von der Hand zu weisen. Aber die derzeitige auf fossilen Brennstoffen basierende Energieversorgung ist mitnichten ungefährlich, wie nicht nur die aktuelle Ölpest im mexikanischen Golf oder Zehntausende jährlich tödlich verunglückter Kohlekumpeln allein in China zeigen. Die Ausrichtung auf fossile Energieversorgung, wie sie jetzt existiert, wird der Planet nicht mehr lange verkraften.

Unbedingt notwendig ist eine gezielte Förderung der Elektromobilität. Die IEA schätzt die zur Restrukturierung des Verkehrssektors im Zeitraum zwischen 2010 und 2030 notwendigen weltweiten Investitionen auf 4,75 Billionen Dollar (vgl. IEA 2009, 257). Der Verkehr wird heute fast ausschließlich mit Erdöl betrieben. Auf ihn entfallen 13% der anthropogenen Treibhausemissionen (vgl. IPCC 2007, 5). Bei wachsender Mobilität und zur Neige gehendem Erdöl führt kein Weg an einer baldigen kardinalen Umstellung der Energieversorgung des Verkehrs vorbei. In diesem Feld wird sich auch ein großes Stück der künftigen Wettbewerbsfähigkeit entscheiden. Einige Länder, darunter Deutschland und die USA, haben sich entschlossen, die Forschung auf diesem Gebiet stärker zu fördern. Auch China und Japan forschen intensiv auf dem Gebiet der Elektromobilität.

Generell kommt der Forschung eine Schlüsselrolle bei der Gestaltung der Energiezukunft zu. Es gibt eine ganze Reihe vielversprechender technologischer Ansätze, ob auf dem Gebiet der Biomasse zweiter und dritter Generation, intelligenter Straßen, die kinetische Energie in Strom umwandeln können, etc. Eine sehr vielversprechende Technologie ist die Kernfusion, eine Kernreaktion, bei der anders als bei der Kernspaltung zwei Atomkerne zu einem neuen Kern »verschmelzen«. In einem Kernfusionsreaktor könnten große Energiemengen erzeugt werden, wobei der benötigte Brennstoff (Wasserstoff) auf lange Sicht in fast beliebiger Menge zur Verfügung steht. Radioaktiver Abfall entsteht bei der Kernfusion in wesentlich geringerer Menge und mit niedrigeren Halbwertszeiten als bei der Kernspaltung.

Ausschlaggebend ist jedoch eine hinreichende Förderung der Energieforschung. Allerdings ist Europa hier nicht gerade führend. Die Europäische Kommission gab 2008 458 Mill. € für Energieforschung aus (etwa hälftig aufgeteilt auf nukleare und nichtnukleare Energieforschung).<sup>3</sup> Im Vergleich dazu betragen Japans Energieforschungsausgaben 2008 mit 2,6 Mrd. € mehr als ein Fünffaches der EU-Förderung. Japan war bis 2008 weltweit führend und wurde in punkto Energieforschungsausgaben 2008 erstmals von den USA überholt. In Deutschland wurden im selben Jahr rund 495 Mill. € für Energieforschung (105 Millionen davon für die Fusionsforschung und 265 Mill. € für Forschung im Bereich erneuerbare Energien) ausgegeben.<sup>4</sup> Im Vergleich dazu betrug die staatliche Förderung der nach dem EEG vergüteten Strommengen 2008 8,95 Mrd. €, davon rund 2,25 Mrd. € für die ökonomisch fragwürdige Förderung der Photovoltaik (vgl. BMU 2008; RWI 2010). Somit werden in Deutschland einerseits enorme Ressourcen in eine hierzu-land nicht wirklich aussichtsreiche Technologie investiert, während eine Technologie weitestgehend vernachlässigt wird, die die Lösung des globalen Energieproblems sein könnte.

Ein sehr bemerkenswertes Experiment, das ein Ansatz ganz anderer Dimension ist, findet gerade in diesen Tagen in Ecuador statt. Ecuador ist der zweitgrößte Erdölproduzent Südamerikas. Ein Drittel der Staatseinnahmen stammt aus der Ölproduktion, Rohöl ist das wichtigste Exportgut. Der Preis für den Ölreichtum sind allerdings immense Umweltschäden. Die Regierung Ecuadors führt daher derzeit Verhandlungen, mit dem Ziel, für das Belassen eines Teils (es wären 20%) seiner Erdölreserven im Boden rund 3,5 Mrd. Dollar für Entwicklungsinvestitionen zu erhalten (vgl. National Geography 2010). Würden die Verhandlungen zwischen Ecuador und einer Gruppe von Staaten – von denen die ecuadorianische Seite bislang nur Deutschland als Teilnehmer offiziell genannt hat – und möglicherweise auch internationalen Unternehmen zu einem erfolgreichen Ende geführt, wäre dies ein erstes und möglicherweise wegweisendes Experiment dieser Art.

Die Ausarbeitung eines schlüssigen energiepolitischen Konzeptes für die Zukunft ist in jedem Falle eine enorme Herausforderung, die keinen Aufschub duldet. Um mit einem Zitat von Tony Blair aus dem Jahr 2006 zu schließen:

»Unless we act now, not some time distant but now, ... the consequences, disastrous as they are, will be irreversible. So there is nothing more serious, more urgent or more demanding of leadership.«

<sup>3</sup> Die Ausgaben für Kernfusionsforschung waren dabei zwischen 1998 und 2008 um 44% gesunken (vgl. BMWi 2010).

<sup>4</sup> Bezieht sich auf Ausgaben des Bundes (vgl. BMWi 2010).

## Literatur

- Blair, T. (2006), »I would frankly, be reluctant to give up my holidays abroad«, 30. Oktober 2006, [www.guardian.co.uk/environment/2007/jan/09/travel-environmentalimpact.greenpolitics](http://www.guardian.co.uk/environment/2007/jan/09/travel-environmentalimpact.greenpolitics), aufgerufen am 17. November 2006.
- BMU, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2008), »Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung, Stand: Juni 2009«, <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/45948/2720/>, aufgerufen am 16. Juni 2010.
- BMW, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. (2010), »Energiedaten – nationale und internationale Entwicklung«, <http://www.bmw.de/BMWi/Navigation/Energie/energiestatistiken.html>, aufgerufen am 16. Juni 2010.
- IEA, International Energy Agency (2009), *World Energy Outlook 2009*, [http://www.worldenergyoutlook.org/docs/weo2009/WEO2009\\_es\\_english.pdf](http://www.worldenergyoutlook.org/docs/weo2009/WEO2009_es_english.pdf).
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2007), *Climate Change 2007: Synthesis Report, Summary for Policymakers*, [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_spm.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf), aufgerufen am 3. Mai 2010.
- National Geography (2010), »Ecuador Puts a Price Tag on Untapped Oil«, <http://news.nationalgeographic.com/news/2010/06/100610-energy-ecuador-untapped-oil/>, aufgerufen am 19. Juni 2010.
- RWI, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (2010), *Die ökonomischen Wirkungen der Förderung Erneuerbarer Energien: Erfahrungen aus Deutschland*, <http://www.rwi-essen.de/forschung-und-beratung/umwelt-und-ressourcen/projekte/36/>, aufgerufen am 13. Mai 2010.
- Sinn, H.-W. (2008), *Das grüne Paradoxon – Plädoyer für eine illusionsfreie Klimapolitik*, Econ Verlag: Berlin.
- Weltbank (2010), »Alternative and nuclear energy (% of total energy use)«, <http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.COMM.CL.ZS>, aufgerufen am 14. Juni 2010.
- WirtschaftsWoche (2010), »Osteuropa steht vor Kernenergie-Boom«, <http://www.wiwo.de/unternehmen-maerkte/osteuropa-steht-vor-kernenergie-boom-271773/>, aufgerufen am 16. Juni 2010.