

Energie

Von [Reiner Klingholz](#)

Fossile Energiequellen

Alles begann im Jahr 1769 mit einem Gerät, das heute kaum noch einer kennt. Ein Engländer namens James Watt hatte eine „Dampfmaschine“ konstruiert, mit der sich Energie aus Kohle in Bewegungsenergie verwandeln ließ. Knapp 20 Jahre später drangen Maschinen dieser Art in englische Webereien vor, machten Tausende von Menschen arbeitslos und veränderten die Fabriken auf der ganzen Welt: Die industrielle Revolution hatte begonnen.

Noch immer folgen nahezu alle technischen Energiewandlungen dem gleichen thermodynamischen Prinzip. Weltweit stammen rund 90 Prozent der kommerziell genutzten Energie aus fossilen Quellen wie Kohle, Erdöl oder Erdgas.

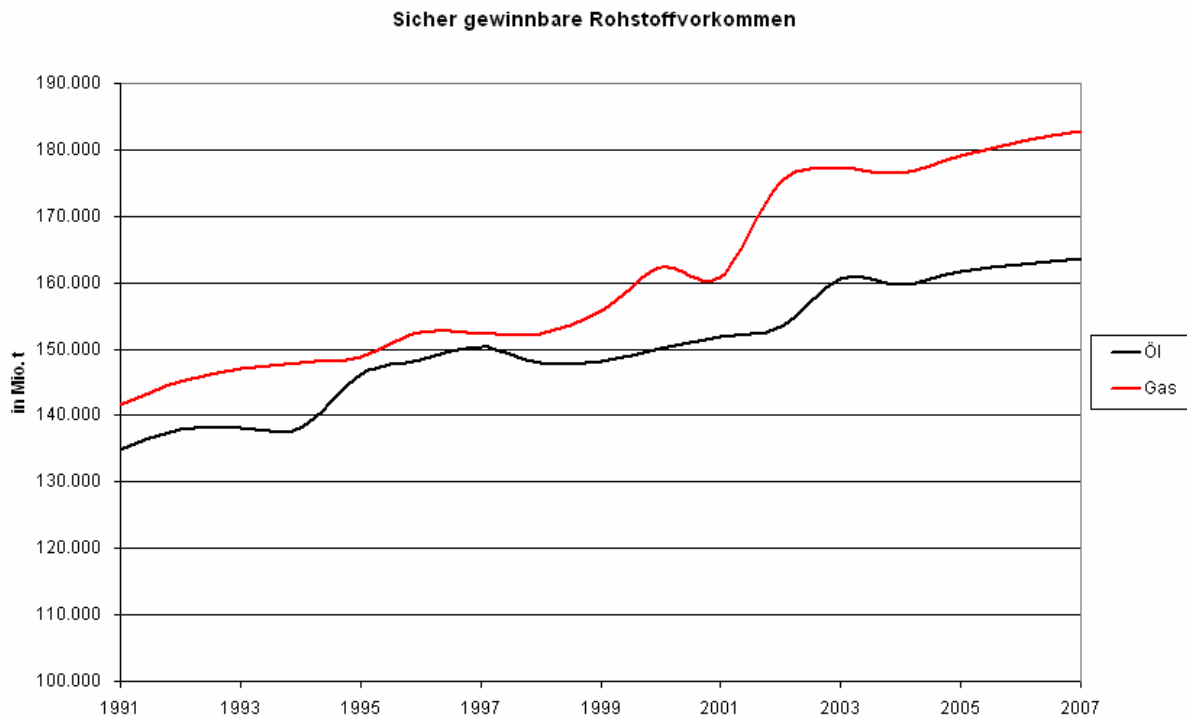
Genauso alt wie die Nutzung der fossilen Quellen ist die Angst, dass sie einmal versiegen werden. Noch 1914 hatte das US-Bureau of Mines geschätzt, dass die landeseigenen Ölvorräte für nur weitere zehn Jahre reichen würden. Unter dem Schock der ersten Ölkrise Anfang der 1970er Jahre sah das Energieministerium der USA den Ölpreis bis zum Jahr 2000 auf 250 US-Dollar je Fass klettern. Um die gleiche Zeit meldete sich der Club of Rome mit der Hiobsbotschaft zu Wort, dass die Menschheit auf Grund sich verknappender Rohstoffe nach der Jahrtausendwende an die "Grenzen des Wachstums" stoßen würde und die Nahrungs- und Industrieproduktion weltweit zusammenbräche.

Fossile Energievorräte

Fast alle Experten hatten sich verschätzt. Der Ölpreis liegt in heutigen Preisen gerechnet mit gut 20 US-Dollar je Fass genauso hoch wie vor 120 Jahren. Und ungeachtet der Horrormeldungen des Club of Rome produziert die Menschheit mittlerweile mehr Lebensmittel und Industriegüter als je zuvor in ihrer Geschichte. Ironischerweise nehmen die verbürgten Energievorräte – obwohl der Verbrauch steigt – mit jedem Jahr sogar zu. Und zwar, weil die Exploratoren mit immer raffinierteren Methoden an Orten fündig werden, wo zuvor kein Mensch gesucht hatte.

Die Internationale Energieagentur schätzt, dass die Ölproduktion von heute 80 Millionen Fass pro Tag problemlos auf 115 Millionen im Jahr 2020 zu steigern ist. Auch danach redet keiner

mehr vom Ende des Wachstums, denn die heute bekannten und leicht zugänglichen Ölreserven reichen – bei gleich bleibendem Verbrauchsniveau – für weitere 20 Jahre. Die Gasvorräte halten 40 und die Kohlevorkommen 210 Jahre vor. Rechnet man die Fundorte mit, die bislang nur schwer oder kostspielig zu erschließen sind, tief liegende Ölfelder, Ölschiefer oder Ölsände, dann erschöpfen sich die Quellen auch in tausend Jahren nicht.



Die Reserven an Erdgas und Erdöl können aktuell noch gesteigert werden: Durch den technischen Fortschritt können bisher unerreichte Quellen erschlossen und wirtschaftlich abgebaut werden, so dass der Energieträger Erdgas noch viele Jahre als Energierohstoff zur Verfügung stehen wird. Die Erdölvorräte können dagegen den ansteigenden weltweiten Bedarf dagegen nur noch wenige Jahrzehnte decken (Daten von 2008, Datengrundlage: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2008).

Steigender Energieverbrauch und Umweltbelastung

Heute ist klar, dass nicht der Mangel an Kohle, Öl und Gas das größte Problem der Menschheit darstellt, sondern deren Nutzung im Überfluss. Denn es fehlt an sicheren Lagerplätzen für das, was aus den Energie-Rohstoffen nach ihrer Nutzung wird – nämlich Müll in jeglicher Form: beispielsweise jährlich über 26 Millionen Tonnen Kohlendioxid, die durch das Verfeuern von fossilen Brennstoffen und das Brandroden von Wälder in die Atmosphäre gelangen; aber auch die Abfälle aus Kernkraftwerken, die Äonen brauchen, bis sie im natürlichen Kreislauf zu unschädlichen Produkten abgebaut sind.

Das dahinter stehende Problem lässt sich auf eine einfache Formel bringen: Immer mehr Menschen wollen immer mehr Wohlstand. So hat sich in den vergangenen 30 Jahren der Weltenergieverbrauch praktisch verdoppelt. Die Zahl der Autos ist im gleichen Zeitraum um mehr als das Dreifache gestiegen. Bei genauerer Analyse zeigt sich allerdings, dass für den globalen Konsum im Wesentlichen die Industrienationen verantwortlich sind. Sie stellen nur 20 Prozent der Weltbevölkerung, beanspruchen aber zwei Drittel der Energie.

Wie unverträglich dieser Lebensstil im Weltmaßstab ist, zeigt das Beispiel eines Durchschnittsdeutschen, der allmorgendlich zur Arbeit fährt, im Supermarkt einkauft und einmal im Jahr in Urlaub fliegt. Allein in den Lebensmitteln, die ein Europäer täglich konsumiert, verbergen sich fast drei Liter Erdöl an dafür nötiger Energie. Diese Menge ist erforderlich, um die Nahrung zu produzieren, zu verarbeiten und bis zum Verbraucher zu bringen.

So summiert sich der gesamte Energieaufwand eines Deutschen pro Jahr auf den Gegenwert von 5.000 Litern Erdöl – so viel wie in 14 Badewannen passt. In Abgas gerechnet entspricht das über zehn Tonnen Kohlendioxid. Das ist fünfmal mehr, als sich ein klimaverträglicher Durchschnitts-Weltbürger leisten dürfte, aber nur halb so viel wie ein US-Amerikaner der Atmosphäre zumutet (vgl. dazu auch den Artikel [Bevölkerungswachstum, Energie und Klima](#)).

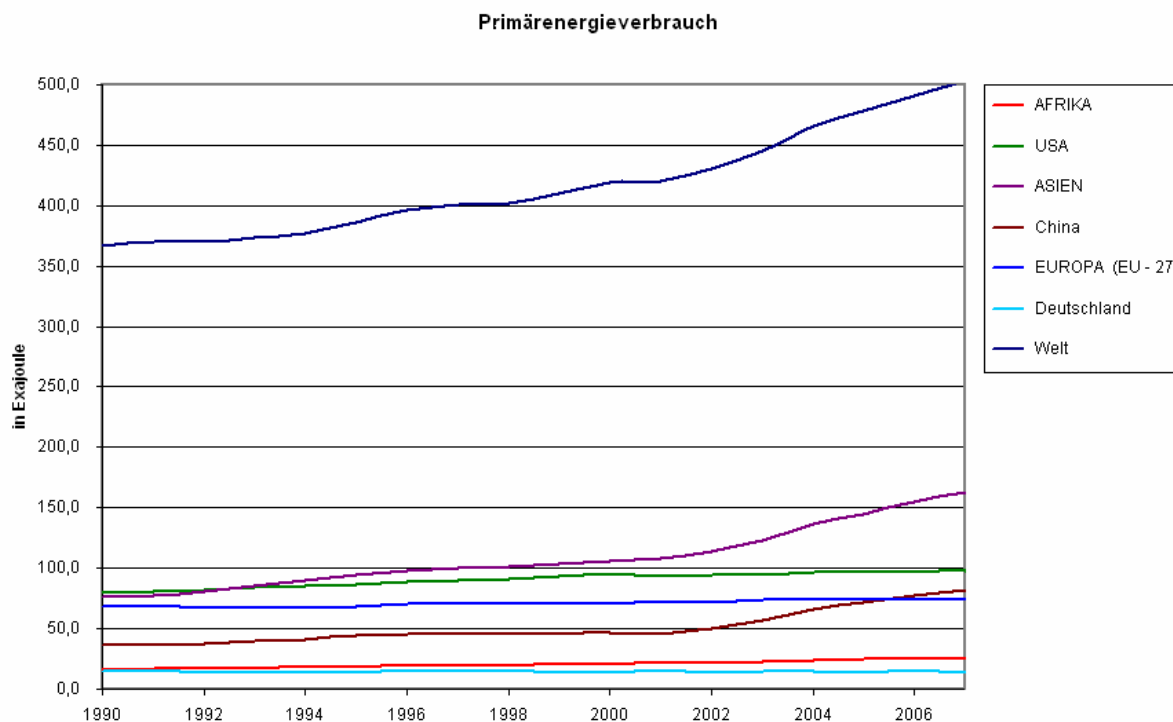
Energieverbrauch in Entwicklungsländern

Ein typischer Bewohner eines armen Entwicklungslandes – ein Bauer in Bangladesch etwa – konsumiert im Vergleich dazu Energie bloß wie ein Solarmobil. Seine Landarbeit bedeutet Handarbeit, statt Maschinen hat er Zugtiere. Und die fressen Gras, also von Pflanzen eingefangene Solarenergie. Auch der Bauer und seine Familie ernähren sich von dem, was auf den Feldern oder in umliegenden Gewässern gedeiht. Ihre Häuser sind aus Bambus und Jutestäben gebaut, die Dächer mit Reisstroh gedeckt, und unter dem Topf brennt ein Holzfeuer. Fossile Brennstoffe wie Benzin oder Kohle, Hilfsmittel wie chemischen Dünger oder Pestizide kann sich ein bengalischer Bauer gar nicht leisten. Im Mittel verursacht er gerade Emissionen von 200 Kilogramm Kohlendioxid pro Kopf und Jahr.

Aber auch die Bewohner ärmerer Regionen entwickelten den Wunsch nach mehr Konsum – ein Umstand, der die Bürger der Industrieländer bisweilen in Angst versetzt. Schließlich hätte es weit reichende ökologische Folgen, wenn jeder Inder einen Kühlschrank und jeder Chinese ein Auto besäße.

Beispiel China

China, das bevölkerungsreichste Land der Welt, verzeichnete vor allem in den 1990er Jahren ein erhebliches Wirtschaftswachstum. Inzwischen ist China hinter den USA bereits das Land mit dem zweitgrößten Primärenergieverbrauch. Und das, obwohl ein Chinese sechseinhalb Mal Energie sparer lebt als ein Amerikaner. Der Primärenergieverbrauch ist der Verbrauch an primären Energieträgern, die noch keiner Umwandlung unterworfen wurden. Dazu zählen Stein- und Braunkohle, Erdöl, Erd- und Grubengas, aber auch die erneuerbaren Energien, Atomenergie sowie Abfälle, die zur Energiegewinnung verwertet werden.



Der Primärenergieverbrauch ist in den letzten Jahren kontinuierlich gewachsen. Insbesondere auf dem asiatischen Kontinent stieg der Energiebedarf um mehr als das Doppelte. Hauptursache ist die enorme Entwicklung, vor allem in China. Parallel zum wachsenden Primärenergieverbrauch stieg auch der Ausstoß von Kohlendioxid und Treibhausgasen (Daten von 2008, Datengrundlage: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit).

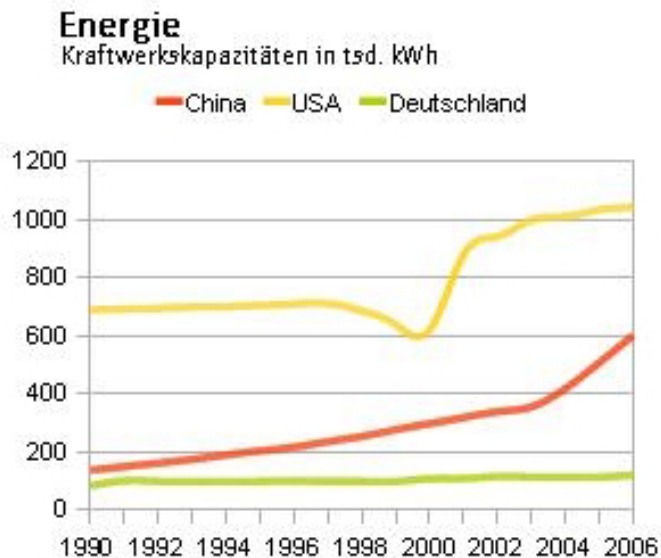
China verfügt über schätzungsweise tausend Milliarden Tonnen Kohle, bis zu 100 Milliarden Tonnen Erdöl und 60 Billionen Kubikmeter Erdgas. Selbst bei einem durchgehend hohen Wirtschaftswachstum von 4 Prozent pro Jahr und heutigen, wenig effizienten Techniken würde das für mindestens 300 Jahre reichen.

Derzeit stammen über 70 Prozent der chinesischen Elektrizität aus Kohle, jenem fossilen Brennstoff, der die größte Kohlendioxid-Emission je Energieeinheit bewirkt. Die Nachfrage nach Strom steigt mit sechs bis sieben Prozent im Jahr und soll ebenfalls überwiegend durch Ausbau von Kohlekraftwerken gedeckt werden. Allein dadurch würde sich der Kohlendioxid-Ausstoß Chinas binnen 20 Jahren verdoppeln.

Die Wasserkraft, mit der sich in China theoretisch leicht der gesamte Strombedarf decken ließe, verspricht kaum eine Entlastung. Das Beispiel des umstrittenen Drei-Schluchten-Damms zeigt, dass sich Mammutprojekte auf Basis regenerativer Energiequellen nur unter enormen Umwelt- und Sozialkosten verwirklichen lassen. Die Turbinen am Jangtse werden einmal das gewaltigste Kraftwerk der Welt antreiben, mit der Leistung 15 großer Atomkraftwerke. Aber bis der Strom fließt, müssen erst einmal über eine Million Menschen zwangsumgesiedelt und Tausende von Quadratkilometern fruchtbaren Ackerlandes überflutet werden.

Auch der private Konsum erhöht den Energieverbrauch und reduziert das bebaubare Ackerland. Allein um jedem Städter eine bescheidene Wohnfläche von sieben Quadratmetern bieten zu können, wäre in den Ballungszentren ein zusätzlicher Wohnraum von 130 Quadratkilometern nötig.

Explodieren schließlich würde der Energiekonsum, falls die Chinesen eines Tages so viel Auto fahren wie die US-Bürger. Bis heute gibt es in China mit nicht einmal zehn Autos auf 1.000 Einwohner. In den USA sind es 770 Fahrzeuge. Die gleiche Autodichte in China würde mit einem Schlag eine Milliarde zusätzliche Autos bedeuten; mehr als doppelt so viele wie derzeit insgesamt existieren.



Anhand der Netto-Kraftwerkskapazitäten lässt sich der Energiehunger des weltweiten Spitzenreiters USA und seines Verfolgers China gut erkennen. Während sich in den USA und Deutschland leichtes Wachstum beziehungsweise Stagnation abzeichnete, ist der Energiebedarf in China weiterhin ungebremst (Daten von 2006, Datengrundlage: Vereinte Nationen).

Energiesparen durch Effizienzsteigerung

Beenden lässt sich der weltweit hohe Energiekonsum am besten durch effiziente Technik. Ingenieure haben Häuser gebaut, die ohne zugeführte Energie auskommen; Autos, die mit zwei Litern Sprit 100 Kilometer weit fahren und Fahrzeuge, die ganz auf Mineralöl verzichten; oder Beleuchtungssysteme, die über 90 Prozent sparen. Das US-Energieministerium schreibt, dass amerikanische Haushalte ohne Komfortverlust über 50 Prozent Energie sparen könnten. Solche Techniken wären ideal für Entwicklungsländer. Denn wenn sich auf diese Art jedes Industrieland leicht mit einem Viertel der heute aufgewandten Energie betreiben lässt, wie Ingenieure glauben, dann bräuchten Länder wie China nie auf das hohe Pro-Kopf-Verbrauchsniveau Europas oder Amerikas zu kommen.

Regenerative Energiequellen

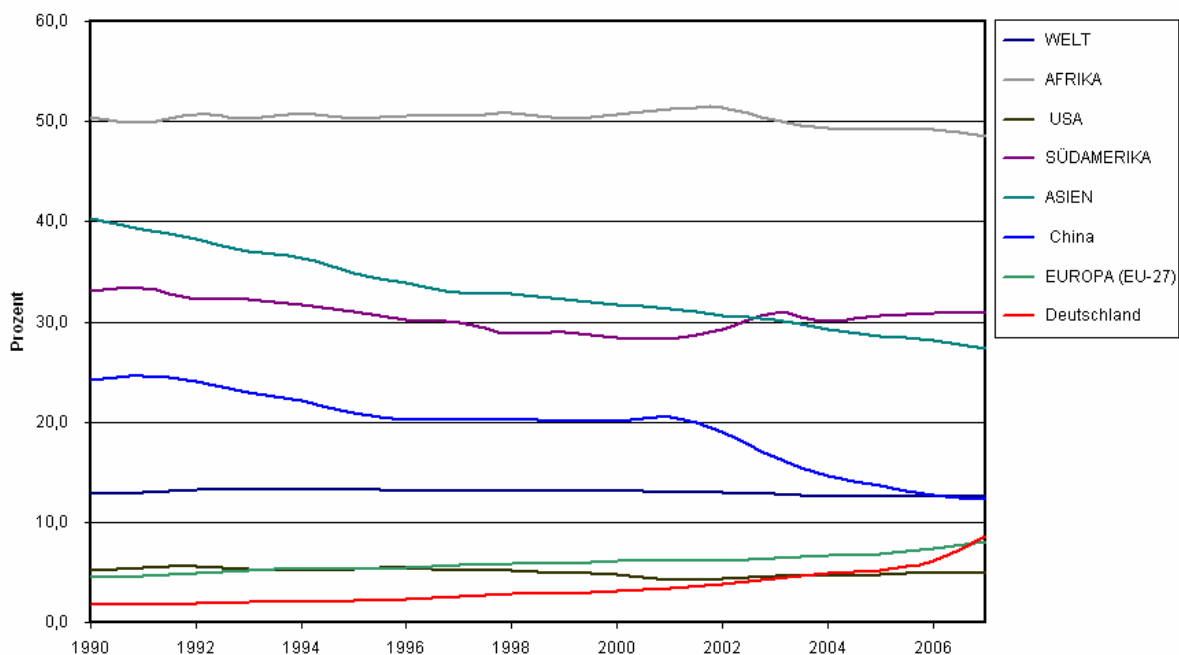
Erst wenn auf diese Art der Bedarf an Energie sinkt, ist es sinnvoll, die heute oft noch teuren, aber sauberen und klimafreundlichen regenerativen Quellen verstärkt anzuzapfen. Bislang tragen diese mit immerhin 14 Prozent zum globalen Bedarf bei, wobei der größte Teil aus Wasserkraft und Biomasse stammt – zwei Energieformen, die lange erprobt und unschlagbar billig sind. Windkraft liefert 0,04 Prozent, Sonnenkraft gar nur 0,009 Prozent.

Auf letzteren ruht langfristig jedoch die größte Hoffnung. Die Windkraft hat die Schwelle der Wirtschaftlichkeit inzwischen erreicht. In einem Land wie Dänemark liefert sie bereits neun Prozent der Elektrizität. Windmühlen sind leicht zu installieren, technisch schnell zu optimieren, und sie spielen die zum Bau nötige Energie schon in drei Monaten Betriebszeit wieder ein. Solaranlagen sind noch weit entfernt von dieser Leistungsfähigkeit, haben aber ein riesiges Wachstumspotential, denn das Angebot ist nahezu unbegrenzt.

In der Effizienz und in den regenerativen Quellen liegt denn auch die einzige Chance für Entwicklungsländer, eine unabhängige Energieversorgung aufzubauen. Bisher verschwenden diese Staaten viel Energie. Je Kilo Öläquivalent erwirtschaften sie lediglich 3,4 US-Dollar Kaufkraft, in Westeuropa sind es 5,6 US-Dollar. Würden diese Länder nur so effizient wie die Industrienationen heute arbeiten, könnten sie ihren Energiebedarf um 40 Prozent reduzieren und 120 Milliarden US-Dollar einsparen. Das wäre entscheidend für Länder wie Äthiopien, Mali oder Pakistan, die über die Hälfte ihrer Exporteinnahmen für Energieimporte aufwenden müssen.

Generell taugt die Energieversorgung nach dem Modell der Industrienationen in den seltensten Fällen für die unterentwickelten Nationen. Sie besitzen weder die Infrastruktur noch können sie die Preise bezahlen, die in der Ersten Welt üblich sind. Im afrikanischen Tansania beispielsweise gehen 97 Prozent des im Land erzeugten Stromes an Abnehmer in den Städten. Auf dem Land, wo nach wie vor die Mehrheit der Tansanier lebt, fehlt das Leitungsnetz. Generatoren und Dieselöl für kleine Kraftwerke sind meist viel zu teuer. Wenn sich das Land entwickeln soll, kann es nur auf die meist ausreichend vorhandenen Energiequellen wie Wasser, Wind, Biomasse und Sonne zurückgreifen. Regenerative Energie empfiehlt sich deshalb nicht nur wegen ihrer Umweltfreundlichkeit, sondern vor allem aus ökonomischen Gründen.

Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch



Aufgrund des rasant wachsenden Primärenergieverbrauchs verharrt der Anteil der erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch auf konstantem Niveau beziehungsweise fällt teilweise sogar ab. Nur in wenigen Ländern steigt der Anteil der Energie, der aus regenerativen Rohstoffen gewonnen wird

(Daten von 2008, Datengrundlage: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit).

Literatur / Links

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2009): Erneuerbare Energien in Deutschland 1990 - 2007, http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere_ee_deutschland_1990_2007_bf.pdf.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2008): Energiedaten – nationale und internationale Entwicklung, <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/energiestatistiken.html>.

Internationale Energie Agentur, <http://www.iea.org>.

Meadows, Donella; Randers, Jorgen & Meadows, Dennis (2008): Grenzen des Wachstums – das 30 Jahre-Update, Club of Rome, <http://www.clubofrome.de>.

US-Bureau of Mines (2009): Mineral Yearbooks 2006, http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/statistical_summary/myb1-2006-stati.pdf

Vereinte Nationen (2009): Greenhouse Gas Inventory Data, <http://data.un.org/Data.aspx?d=GHG&f=seriesID%3aGHG>.

Stand: Januar 2010

Das Online-Handbuch Demografie des Berlin-Instituts wird gefördert von

Robert Bosch Stiftung