

■ Zahlen und Fakten

■ Globalisierung

Energie - Inhalt

■ Primärenergie-Versorgung

Nach Energieträgern, Anteile in Prozent, Gesamtversorgung in Mio. t Öläquivalent, weltweit 1973 und 2011

■ Erneuerbare Energien

Durchschnittliche Wachstumsrate der Primärenergie-Versorgung pro Jahr in Prozent, nach Energieträgern, weltweit 1990 bis 2008

■ Verbrauch von Primärenergie nach Regionen

Anteile am weltweiten Verbrauch in Prozent, Verbrauch in Millionen Tonnen Öläquivalent, 2007

■ Energiemix nach Regionen

Anteile der Energieträger an der Primärenergie-Versorgung in Prozent, 2008

■ Regionale Nutzung erneuerbarer Energien

Anteil einzelner Energieträger an den erneuerbaren Energien und Anteil der erneuerbaren Energien an der gesamten Primärenergie-Versorgung in Prozent, Primärenergie-Versorgung in abs. Zahlen, 2008

■ Verbrauch von Primärenergie pro Kopf

In Tonnen Öläquivalent, nach Regionen und ausgewählten Staaten, 2007

01 ■ Peak Oil – Fördermaximum von konventionellem Erdöl 30

Beispiele für prognostizierte Förderverläufe mit Peak Oil, Produktion in Gigatonnen, weltweit 1950 bis 2100

07 ■ Verteilung der nachgewiesenen Erdöl-Reserven 35

In Milliarden Barrel und Anteile in Prozent, 1987 und 2007

12 ■ Verteilung der nachgewiesenen Erdgas-Reserven 39

In Billionen Kubikmeter und Anteile in Prozent, 1987 und 2007

16 ■ Verteilung der nachgewiesenen Kohle-Reserven 43

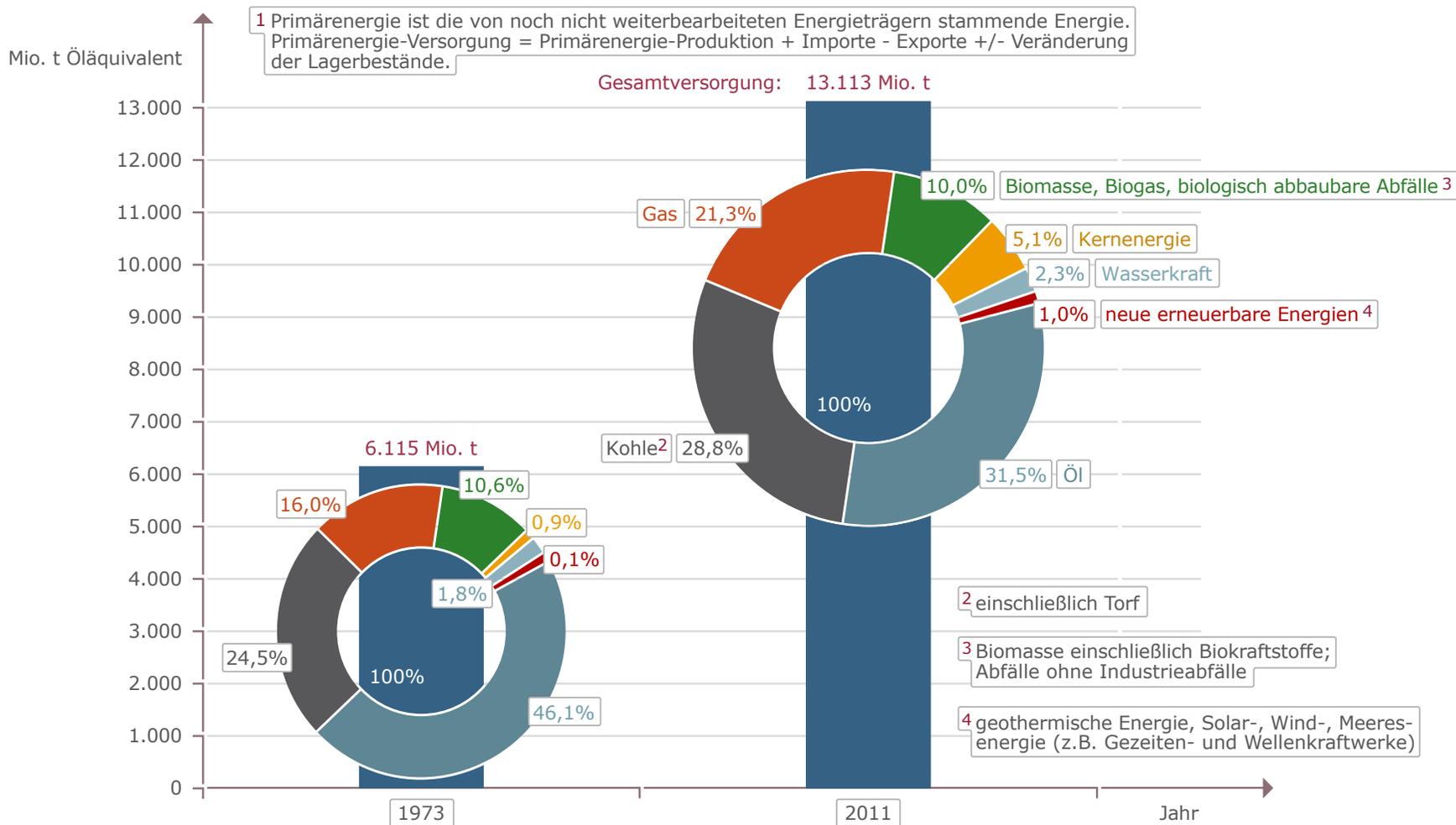
In Milliarden Tonnen und Anteile in Prozent, 2004 und 2008

20

25

■ Primärenergie-Versorgung¹

Nach Energieträgern, Anteile in Prozent, Gesamtversorgung in Mio. t Öläquivalent, weltweit 1973 und 2011



Quelle: International Energy Agency (IEA): Energy Statistics Division 09/2013, Key World Energy Statistics 2010, © OECD/IEA Bundeszentrale für politische Bildung, 2013, www.bpb.de

■ ■ Primärenergie-Versorgung

■ Fakten

Parallel zur Erhöhung des Welthandels und der Warenproduktion stieg auch die weltweite Versorgung mit Primärenergie. Nach Angaben der Internationalen Energie Agentur (International Energy Agency, IEA) nahm die Versorgung mit Primärenergie zwischen 1973 und 2011 von 6.115 auf 13.113 Millionen Tonnen Öläquivalent zu. Das entspricht einer Steigerung von insgesamt 114,4 Prozent bzw. 2,0 Prozent pro Jahr. Allein von 2002 bis 2011 nahm die Primärenergie-Versorgung jährlich um überdurchschnittliche 2,8 Prozent zu.

Allerdings hatte die globale Finanz- und Wirtschaftskrise nicht nur einen realen Rückgang des Welt-Bruttoinlandsprodukts von 2008 auf 2009 zur Folge (minus 2,1 Prozent), sondern führte auch zu einer Verringerung des Energieverbrauchs. Die Versorgung mit Primärenergie sank zwischen 2008 und 2009 von 12.267 auf 12.150 Millionen Tonnen Öläquivalent (minus 0,96 Prozent). Von 2009 auf 2010 wurde dieser Rückgang jedoch nicht nur ausgeglichen, sondern mit 12.717 Millionen Tonnen Öläquivalent lag die weltweite Primärenergie-Versorgung 2010 deutlich über dem Vorkrisenniveau (plus 3,67 Prozent gegenüber 2008). Schließlich nahm die Primärenergie-Versorgung von 2010 auf 2011 nochmals um 3,12 Prozent auf 13.113 Millionen Tonnen Öläquivalent zu.

Die weltweite Primärenergie-Versorgung basierte im Jahr 2011 zu 31,5 Prozent auf Öl (2009: 32,8 Prozent), zu 28,8 Prozent auf Kohle (27,2 Prozent), zu 21,3 Prozent auf Gas (20,9 Prozent), zu 10,0 Prozent auf Biomasse, Biogas und biologisch abbaubaren Abfällen (10,2 Prozent), zu 5,1 Prozent auf Kernenergie (5,8

Prozent), zu 2,3 Prozent auf Wasserkraft (unverändert) sowie zu 1,0 Prozent auf neuen erneuerbaren Energien (0,8 Prozent).

1973 lag der Anteil des Öls an der Primärenergie-Versorgung mit 46,1 Prozent noch 14,6 Prozentpunkte höher als 2011. Allerdings sagt der relative Rückgang nichts über die Entwicklung der absolut bereitgestellten Öl-Menge aus: Diese nahm zwischen 1973 und 2011 sogar um 46,7 Prozent zu. Die Anteile von Kohle und Gas an der weltweiten Primärenergie-Versorgung erhöhten sich im selben Zeitraum um 4,3 bzw. 5,3 Prozentpunkte. Die absolut bereitgestellte Menge stieg um rund 150 Prozent (Kohle) bzw. 185 Prozent (Gas).

Relativ am stärksten erhöhten sich zwischen 1973 und 2011 die Anteile der neuen erneuerbaren Energien und der Kernenergie an der weltweiten Primärenergie-Versorgung. Während sich der Anteil der neuen erneuerbaren Energien (Geothermie, Solar-, Wind- und Meeresenergie) von 0,1 auf 1,0 Prozent erhöhte, wuchs der Anteil der Kernenergie von 0,9 auf 5,1 Prozent. Die absolut bereitgestellte Menge stieg dabei um etwa 1.980 Prozent (neue erneuerbare Energien) bzw. 1.120 Prozent (Kernenergie). Allerdings ist der Anteil der Kernenergie an der weltweiten Primärenergie-Versorgung seit 2002 rückläufig, während der Anteil der neuen erneuerbaren Energien auch in dieser Zeit gestiegen ist.

Bei einem Vergleich der Anteile von Kernenergie und erneuerbaren Energien an der Primärenergie-Versorgung bzw. am

■ ■ Primärenergie-Versorgung

Primärenergie-Verbrauch ist zu beachten, dass es unterschiedliche Erhebungsmethoden gibt. Die IEA, auf deren Zahlen hier zurückgegriffen wird, verwendet die sogenannte Wirkungsgradmethode. Verglichen mit der tatsächlich zur Verfügung stehenden Energie (Endenergie/Sekundärenergie) führt diese Methode dazu, dass die erneuerbaren Energien insgesamt gegenüber der Kernenergie unterrepräsentiert sind. Alternativ kann auf die sogenannte Substitutionsmethode zurückgegriffen werden: Der absolute Wert der Primärenergie-Versorgung auf der Basis von zum Beispiel Wasser, Wind und Photovoltaik ist nach dieser Berechnungsmethode gut zweieinhalbmal so hoch wie bei der Wirkungsgradmethode.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, den Verbrauch fossiler Brennstoffe und die damit verbundenen negativen ökologischen Folgen zu reduzieren. Die wichtigsten sind die Veränderung des Konsumverhaltens, die Steigerung der Energieeffizienz und die Nutzung erneuerbarer Energien. Wird die Energie auf Basis von Wasserkraft, Biomasse, Biogas und biologisch abbaubaren Abfällen uneingeschränkt zu den erneuerbaren Energien hinzugezählt, lag der Anteil der erneuerbaren Energien an der Primärenergie-Versorgung im Jahr 2011 bei 13,3 Prozent. Nach Angaben der IEA entfielen davon 75,4 Prozent auf Biomasse, Biogas und Abfälle (einschließlich Biokraftstoffe / ohne Industrieabfälle), 17,3 Prozent auf Wasserkraft und 7,3 Prozent auf neue erneuerbare Energien.

Bei den Angaben zum Anteil der erneuerbaren Energien an der Versorgung mit Primärenergie ist zu berücksichtigen, dass die

traditionelle Nutzung von Biomasse überwiegend nicht nachhaltig ist. So weist das Bundesumweltministerium darauf hin, dass einfache Formen des Kochens und Heizens vielfach die irreversible Abholzung der Wälder zur Folge haben. Und auch die Nutzung der Wasserkraft ist laut BMU nicht immer nachhaltig. Vor allem große Staudammprojekte gehen häufig mit negativen sozialen und ökologischen Folgen einher. Das Gleiche gilt für Teile der Produktion von Biokraftstoffen.

Ohne traditionelle Biomasse, große Wasserkraftwerke und Biokraftstoffe beziffert das Politiknetzwerk REN21 den Anteil der erneuerbaren Energien am globalen Endenergieverbrauch (der nicht mit der Primärenergie-Versorgung bzw. dem Primärenergie-Verbrauch identisch ist) auf etwa 5,5 Prozent im Jahr 2011. Unter Einbeziehung der Biokraftstoffe steigt der Anteil auf 6,3 Prozent.

■ Datenquelle

International Energy Agency (IEA): Energy Statistics Division 09/2013, Key World Energy Statistics und Renewables Information, verschiedene Jahrgänge, © OECD/IEA; British Petroleum (BP): Statistical Review of World Energy, verschiedene Jahrgänge; Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21): Renewables Global Status Report, verschiedene Jahrgänge; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Erneuerbare Energien in Zahlen, verschiedene Jahrgänge

■ Primärenergie-Versorgung

■ Begriffe, methodische Anmerkungen oder Lesehilfen

Primärenergie ist die von noch nicht weiterbearbeiteten Energieträgern stammende Energie. Primärenergieträger sind zum Beispiel Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdgas, Wasser, Wind, Kernbrennstoffe, Solarstrahlung und so weiter. Aus der Primärenergie wird durch Aufbereitung zum Beispiel in Kraftwerken oder Raffinerien die Endenergie (Sekundärenergie). Die Form der Energie, in der sie tatsächlich vom Anwender verwendet wird, wird Nutzenergie genannt. Ein Beispiel: Rohöl (Primärenergie) wird zu Heizöl (Endenergie/Sekundärenergie) und zu Wärme (Nutzenergie).

Nach der IEA entspricht die Primärenergie-Versorgung der Primärenergie-Produktion zuzüglich der Importe und abzüglich der Exporte; zudem wird die Veränderung der Lagerbestände – bei Produzenten, Importeuren, großen Konsumenten etc. – eingerechnet.

Um die Energieträger vergleichbar zu machen, werden sie mithilfe einzelner Umrechnungsfaktoren auf das Öl bezogen (Öläquivalent). Nach Angaben des Energiekonzerns British Petroleum (BP) entspricht eine Tonne Öläquivalent beispielsweise in etwa 1,5 Tonnen Steinkohle, 1.111 Kubikmeter Erdgas oder auch 12 Megawattstunden (Primärenergie).

Die international angewandte Methode zur Bestimmung des Primärenergieäquivalents von Strom ist die Wirkungsgradmethode. Bei Strom aus zum Beispiel Wasserkraft, Windenergie und Photovoltaik wird von der Endenergie mit Hilfe eines Wirkungsgrades von 100 Prozent auf die Primärenergie geschlossen. Somit

entspricht zum Beispiel 1 kWh Strom aus Wasserkraft einem Primärenergieäquivalent von 1 kWh. Bei Kernenergie wird für die Festlegung des Primärenergieäquivalents hingegen ein Wirkungsgrad von 33 Prozent angenommen – 1 kWh Strom aus Kernkraft entspricht demnach einem Primärenergieäquivalent von 3,0303 kWh.

Bei der Substitutionsmethode wird berechnet, welche Menge an fossilem Brennstoff durch die Nutzung von erneuerbaren Energien und Kernenergie eingespart wurde. Bei diesem Verfahren wird also davon ausgegangen, dass elektrische Energie aus nicht-fossilen Quellen eine entsprechende Erzeugung auf fossiler Basis in konventionellen Kraftwerken ersetzt. Dabei wird für die Umwandlung von fossilen Brennstoffen in Strom eine Umwandlungseffizienz von 38 Prozent angenommen (nach Angaben von BP entspricht dies dem Durchschnitt bei der Energieerzeugung aus Wärmekraft in den OECD-Ländern). Bei der Substitutionsmethode entspricht somit 1 kWh Strom einem Primärenergieäquivalent von 2,6316 kWh – unabhängig davon, ob der Strom beispielsweise in einem Wasser- oder Atomkraftwerk produziert wurde.

Lesebeispiel: Nach Angaben des Energiekonzerns British Petroleum (BP) – der die Substitutionsmethode anwendet – lag im Jahr 2011 der Anteil der Energie aus Wasserkraft am Primärenergie-Verbrauch über dem Anteil der Kernenergie (6,5 gegenüber 4,9 Prozent). Bei der IEA, die die Wirkungsgradmethode verwendet, lag der Anteil der Wasserkraft an der Primärenergie-Versorgung hingegen deutlich unter dem Anteil der Kernenergie (2,3 gegenüber 5,1 Prozent).

■ ■ Primärenergie-Versorgung

Bei den Angaben von British Petroleum (BP) ist zu beachten, dass traditionelle Biomasse auch für BP zur Primärenergie gehört, BP sie aber statistisch nicht erfasst.

Bei den Angaben zum globalen Endenergieverbrauch ist zu beachten, dass in dem aktuellen Renewables Global Status Report des Politiknetzwerkes REN21 die Daten für große und kleine Wasserkraftwerke auf globaler Ebene nicht mehr einzeln aufgeführt werden. Aus diesem Grund wurde hier die prozentuale Verteilung zwischen den beiden Kraftwerkstypen aus der Publikation „Renewables 2007 – Global Status Report“ (power generation: large hydropower: 91,3%, small hydropower: 8,7%) auf das Jahr 2011 übertragen.

Unter Meeresenergie wird beispielsweise die Stromerzeugung in Gezeiten-, Strömungs- und Wellenkraftwerken verstanden.

■ Primärenergie-Versorgung¹

Nach Energieträgern, Anteile in Prozent, Gesamtversorgung in Mio. t Öläquivalent, weltweit 1973 und 2011

	1973	2011
	Anteile, in Prozent	
Öl	46,1	31,5
Kohle²	24,5	28,8
Gas	16,0	21,3
Biomasse, Biogas, biologisch abbaubare Abfälle³	10,6	10,0
Kernenergie	0,9	5,1
Wasserkraft	1,8	2,3
neue erneuerbare Energien⁴	0,1	1,0
insgesamt	100,0	100,0
	Mio. t Öläquivalent	
insgesamt	6.115	13.113

¹ Primärenergie ist die von noch nicht weiterbearbeiteten Energieträgern stammende Energie.

Primärenergie-Versorgung = Primärenergie-Produktion + Importe - Exporte +/- Veränderung der Lagerbestände.

² einschließlich Torf

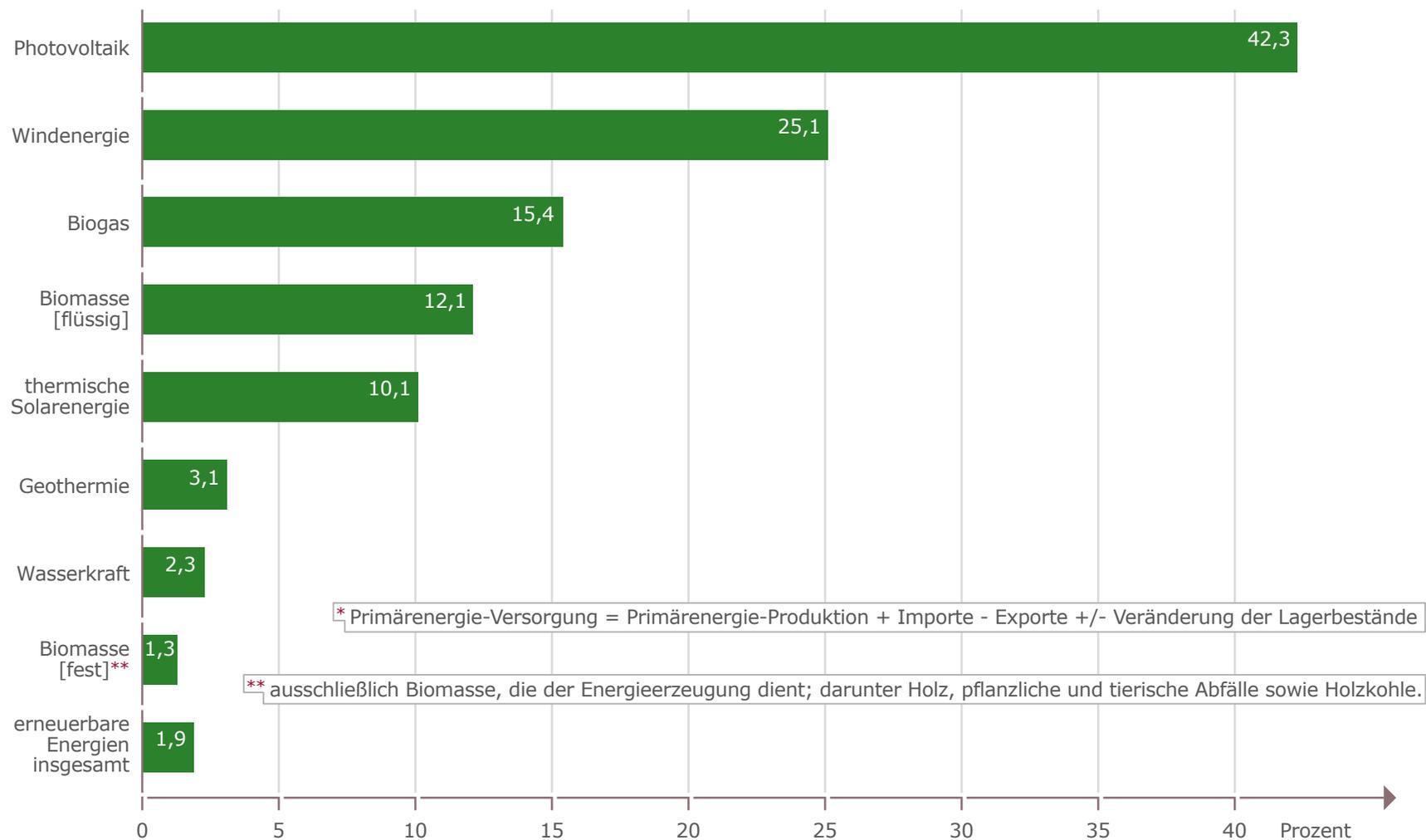
³ Biomasse einschließlich Biokraftstoffe; Abfälle ohne Industrieabfälle

⁴ geothermische Energie, Solarenergie, Windenergie, Meeresenergie (z.B. Gezeiten- und Wellenkraftwerke)

Quelle: International Energy Agency (IEA): Energy Statistics Division 09/2013, Key World Energy Statistics 2010, © OECD/IEA

Erneuerbare Energien

Durchschnittliche Wachstumsrate der Primärenergie-Versorgung* pro Jahr in Prozent, nach Energieträgern, weltweit 1990 bis 2008



Quelle: International Energy Agency (IEA): Renewables Information 2010, © OECD/IEA
 Bundeszentrale für politische Bildung, 2010, www.bpb.de

■ Erneuerbare Energien

■ Fakten

Laut der International Energy Agency (IEA) stieg die Primärenergie-Versorgung auf der Basis von erneuerbaren Energien zwischen 1990 und 2008 um durchschnittlich 1,9 Prozent pro Jahr. Bei der Primärenergie-Versorgung, die auf Photovoltaik beruht, war das Wachstum dabei am höchsten (42,3 Prozent pro Jahr). Es folgten Windenergie – mit einer durchschnittlichen Wachstumsrate von 25,1 Prozent pro Jahr –, Biogas (15,4 Prozent), flüssige Biomasse (12,1 Prozent), thermische Solarenergie (10,1 Prozent), Geothermie (3,1 Prozent), Wasserkraft (2,3 Prozent) und feste Biomasse (1,3 Prozent).

Bezogen auf die Jahre 1990 bis 2008 hatten die 30 Staaten der OECD sowohl den größten Anteil an der Primärenergie-Produktion als auch am Wachstum im Bereich Solar- und Windenergie. Die Primärenergie-Versorgung durch Wasserkraft ist im gleichen Zeitraum mit einer jährlichen Wachstumsrate von 0,6 Prozent hingegen nur unterdurchschnittlich stark gewachsen (Nicht-OECD-Staaten: 3,7 Prozent pro Jahr). Im Jahr 2008 belief sich der Anteil der OECD-Staaten an der Primärenergie-Versorgung durch Wasserkraft auf 40,9 Prozent.

Das Wachstum im Bereich der erneuerbaren Energien ist auch auf die staatliche Förderung zurückzuführen. Nach Angaben des Politiknetzwerks REN21 existierten Mitte 2009 in 73 Staaten Zielvorgaben zur Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien am Gesamtverbrauch (2007: 66 Staaten). Mindestens 64 Staaten fördern die Energiegewinnung auf der Basis erneuerbarer Energieträger (zum Beispiel durch Steuererleichterungen, Abnahmegarantien oder direkte Investitionen).

Dabei sind drei Gründe zentral für das staatliche Engagement: Erstens soll durch die Reduzierung des Verbrauchs konventioneller Energieträger der CO₂-Ausstoß gesenkt und dadurch der Klimawandel entschleunigt werden. Zweitens soll durch die Nutzung von erneuerbaren Energien die Energiesicherheit erhöht und die Energieabhängigkeit verringert werden. Drittens soll das Beschäftigungspotenzial im Bereich erneuerbarer Energien genutzt werden.

Der Anteil der erneuerbaren Energien an der weltweiten Primärenergie-Versorgung lag im Jahr 2008 bei 12,8 Prozent. Nach Angaben der International Energy Agency (IEA) entfielen davon 71,5 Prozent auf feste Biomasse (darunter Holz, pflanzliche und tierische Abfälle sowie Holzkohle), 17,6 Prozent auf Wasserkraft, 3,7 Prozent auf Geothermie, 3,0 Prozent auf flüssige Biomasse (Biokraftstoffe), 1,2 Prozent auf Windenergie, 1,0 Prozent auf Biogas sowie 0,8 Prozent auf Solar- und Meeresenergie. Weitere 0,9 Prozent entfielen auf biologisch abbaubare Abfälle, die auf lokaler Ebene zur Energiegewinnung verbrannt werden (ohne Industrieabfälle).

Der Anteil der festen Biomasse ist vor allem deshalb so hoch, weil nach der Definition der IEA auch die traditionelle Nutzung von Biomasse zu den erneuerbaren Energien gehört. Das Bundesumweltministerium stellt allerdings fest, dass die traditionelle Nutzung von Biomasse über weite Strecken nicht nachhaltig ist: Einfache Formen des Kochens und Heizens haben die vielfach irreversible Abholzung der Wälder zur Folge.

■ Erneuerbare Energien

Vor allem dadurch, dass Biomasse uneingeschränkt zu den erneuerbaren Energien gezählt wird, hatten die Nicht-OECD-Staaten im Jahr 2008 einen Anteil von 76 Prozent an der auf erneuerbaren Energien beruhenden Primärenergie-Versorgung. Werden ausschließlich die neuen erneuerbaren Energien Solar-, Wind- und Meeresenergie betrachtet, hatten hingegen die OECD-Staaten einen Anteil von 68,3 Prozent an der weltweiten Primärenergie-Versorgung.

Die erneuerbaren Energien hatten im Jahr 2008 einen Anteil von 18,5 Prozent an der weltweiten Stromproduktion (1990: 19,5 Prozent). Damit lagen sie zwar hinter Kohle (40,9 Prozent) und Gas (21,3 Prozent), aber vor Kernenergie (13,5 Prozent) und Öl (5,5 Prozent). Werden die einzelnen erneuerbaren Energieträger betrachtet, hatten Geothermie, Solar-, Wind- und Meeresenergie einen Anteil von 1,5 Prozent an der weltweiten Stromproduktion. 1,1 Prozent basierten auf Biomasse und biologisch abbaubaren Abfällen (ohne Industrieabfälle). Aus Wasserkraft stammten 15,9 Prozent der weltweiten Stromproduktion bzw. 85,9 Prozent der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien.

Allerdings ist auch die Nutzung der Wasserkraft nicht immer nachhaltig. Vor allem die Nutzung der Wasserkraft durch große Staudämme geht häufig mit negativen sozialen und ökologischen Folgen einher. Das Gleiche gilt für Teile der Produktion von Biokraftstoffen. Das Bundesumweltministerium weist darauf hin, dass die Bereitstellung und der Einsatz von Biokraftstoffen mit Emissionen verbunden sind, die vor allem aus dem Anbau und der Ernte der Biomasse, der Verarbeitung und der Verbrennung im Motor resultieren. Weiter kann auch die veränderte Landnutzung durch den Anbau von Biokraftstoffen – insbesondere wenn alter Baumbestand gerodet wird – beträchtliche

Treibhausgasemissionen zur Folge haben. Ein weiteres Problem ist, dass die Nutzung von Agrarflächen für die Kraftstoffproduktion die Anbaufläche für Nahrungsmittel verringert. Die Bewertung von Biokraftstoffen hängt demnach stark von der Rohstoffbasis, der Herstellung und Herkunft der Biokraftstoffe sowie der gewählten Anbaufläche ab.

■ Datenquelle

International Energy Agency (IEA): Renewables Information, verschiedene Jahrgänge; Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21): Renewables Global Status Report, verschiedene Jahrgänge; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Erneuerbare Energien in Zahlen

■ Begriffe, methodische Anmerkungen oder Lesehilfen

Primärenergie ist die von noch nicht weiterbearbeiteten Energieträgern stammende Energie. Primärenergieträger sind zum Beispiel Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdgas, Wasser, Wind, Kernbrennstoffe, Solarstrahlung und so weiter. Aus der Primärenergie wird durch Aufbereitung zum Beispiel in Kraftwerken oder Raffinerien die Endenergie (Sekundärenergie). Die Form der Energie, in der sie tatsächlich vom Anwender verwendet wird, wird Nutzenergie genannt. Ein Beispiel: Rohöl (Primärenergie) wird zu Heizöl (Endenergie/Sekundärenergie) und zu Wärme (Nutzenergie).

Nach der IEA entspricht die Primärenergie-Versorgung der Primärenergie-Produktion zuzüglich der Importe und abzüglich der Exporte; zudem wird die Veränderung der Lagerbestände – bei Produzenten, Importeuren, großen Konsumenten etc. – eingerechnet.

■ Erneuerbare Energien

Bei den Angaben zum Anteil der erneuerbaren Energien an der Primärenergie-Versorgung ist zu beachten, dass es unterschiedliche Erhebungsmethoden gibt. Die IEA verwendet die sogenannte Wirkungsgradmethode. Verglichen mit der tatsächlich zur Verfügung stehenden Energie (Endenergie/Sekundärenergie) führt diese Methode dazu, dass die erneuerbaren Energien insgesamt unterrepräsentiert sind.

Die international angewandte Methode zur Bestimmung des Primärenergieäquivalents von Strom ist die Wirkungsgradmethode. Bei Strom aus zum Beispiel Wasserkraft, Windenergie und Photovoltaik wird von der Endenergie mit Hilfe eines Wirkungsgrades von 100 Prozent auf die Primärenergie geschlossen. Somit entspricht zum Beispiel 1 kWh Strom aus Wasserkraft einem Primärenergieäquivalent von 1 kWh. Bei Kernenergie wird für die Festlegung des Primärenergieäquivalents hingegen ein Wirkungsgrad von 33 Prozent unterstellt – 1 kWh Strom aus Kernkraft entspricht demnach einem Primärenergieäquivalent von 3,0303 kWh.

Alternativ kann auf die sogenannte Substitutionsmethode zurückgegriffen werden. Bei der Substitutionsmethode wird berechnet, welche Menge an fossilem Brennstoff durch die Nutzung von erneuerbaren Energien und Kernenergie eingespart wurde. Bei diesem Verfahren wird also davon ausgegangen, dass elektrische Energie aus nicht-fossilen Quellen eine entsprechende Erzeugung auf fossiler Basis in konventionellen Kraftwerken ersetzt. Dabei wird für die Umwandlung von fossilen Brennstoffen in Strom eine Umwandlungseffizienz von 38

Prozent angenommen (nach Angaben von BP entspricht dies dem Durchschnitt bei der Energieerzeugung aus Wärmekraft in den OECD-Ländern). Bei der Substitutionsmethode entspricht somit 1 kWh Strom einem Primärenergieäquivalent von 2,6316 kWh – unabhängig davon, ob der Strom beispielsweise in einem Wasserkraftwerk oder einem Atomkraftwerk produziert wurde.

Photovoltaik bezeichnet die direkte Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie mittels Solarzellen.

Unter Meeresenergie wird beispielsweise die Stromerzeugung in Gezeiten-, Strömungs- und Wellenkraftwerken verstanden.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)



■ Erneuerbare Energien

Durchschnittliche Wachstumsrate der Primärenergie-Versorgung* pro Jahr in Prozent, nach Energieträgern, weltweit 1990 bis 2008

Photovoltaik	42,3
Windenergie	25,1
Biogas	15,4
Biomasse (flüssig)	12,1
thermische Solarenergie	10,1
Geothermie	3,1
Wasserkraft	2,3
Biomasse (fest)**	1,3
erneuerbare Energien insgesamt	1,9

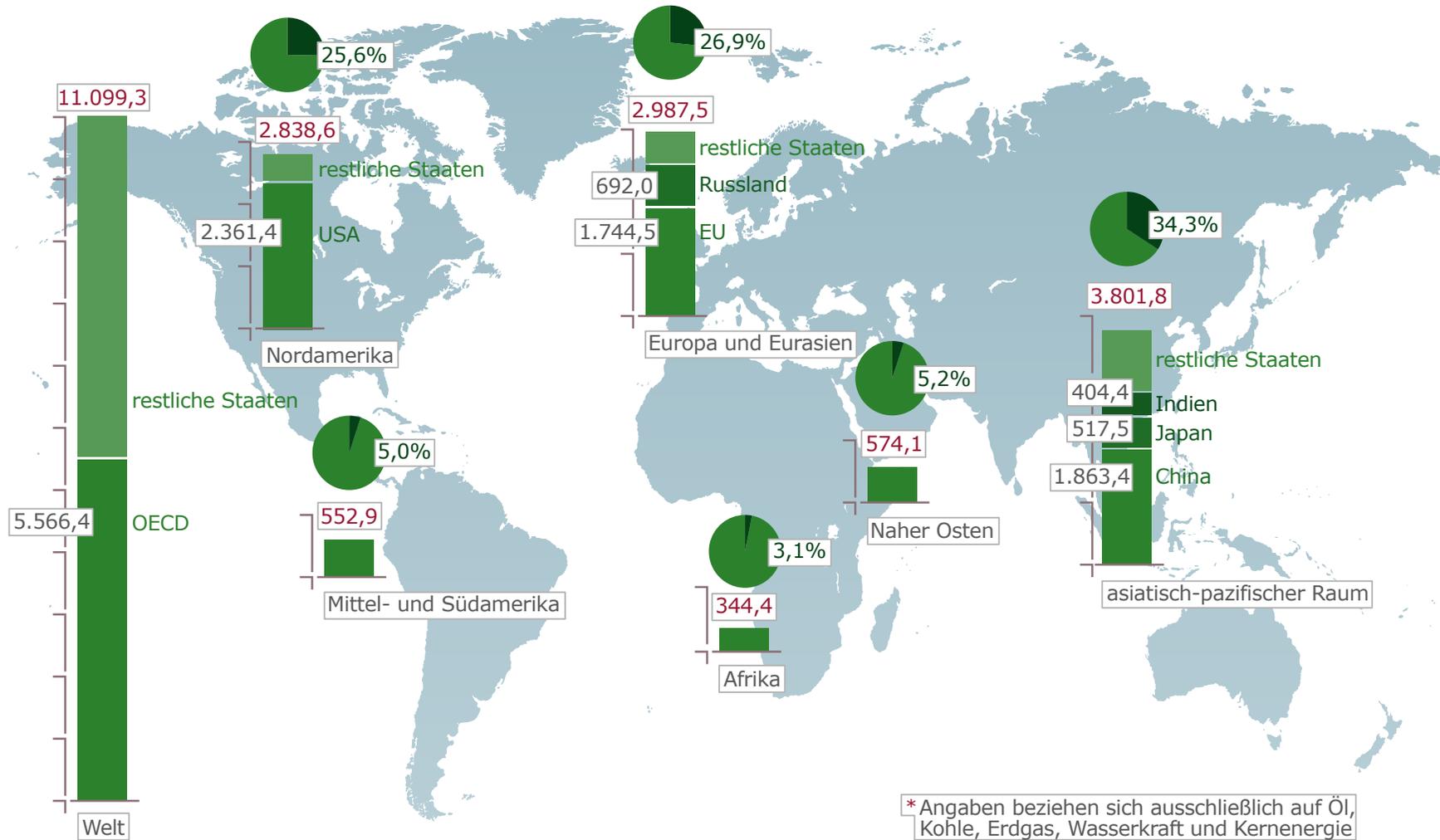
* *Primärenergie-Versorgung = Primärenergie-Produktion + Importe - Exporte +/- Veränderung der Lagerbestände*

** *ausschließlich Biomasse, die der Energieerzeugung dient; darunter Holz, pflanzliche und tierische Abfälle sowie Holzkohle.*

Quelle: International Energy Agency (IEA): Renewables Information 2010, © OECD/IEA

Verbrauch von Primärenergie nach Regionen*

Anteile am weltweiten Verbrauch in Prozent, Verbrauch in Millionen Tonnen Öläquivalent, 2007



Quelle: British Petroleum (BP): Statistical Review of World Energy 2008
 Lizenz: Creative Commons by-nc-nd/3.0/de
 Bundeszentrale für politische Bildung, 2009, www.bpb.de



■ Verbrauch von Primärenergie nach Regionen

■ Fakten

Der weltweite Verbrauch an Primärenergie stieg zwischen 1970 und 2007 von 4.980 auf 11.100 Millionen Tonnen Öläquivalent – eine Steigerung um 123 Prozent. Auch wenn der Primärenergie-Verbrauch in allen Regionen gestiegen ist, sind nicht alle Regionen gleichermaßen für die weltweite Zunahme verantwortlich. Im asiatisch-pazifischen Raum nahm der Primärenergie-Verbrauch im selben Zeitraum um überdurchschnittliche 413 Prozent zu. Allein in China verachtete sich der Energieverbrauch (plus 701 Prozent). Ausgehend von einem deutlich niedrigeren Niveau lag der Anstieg auch im Nahen Osten (plus 679 Prozent), Afrika (plus 367 Prozent) sowie Mittel- und Südamerika (plus 282 Prozent) über dem weltweiten Durchschnitt. Deutlich unter dem Durchschnitt lag die Steigerung des Primärenergie-Verbrauchs hingegen in Nordamerika (plus 57 Prozent) sowie in Europa und Eurasien (plus 39 Prozent). In Deutschland stieg der Verbrauch zwischen 1970 und 1979 von 310 auf 371 Millionen Tonnen Öläquivalent (plus 20 Prozent) – allerdings sank er bis 2007 wieder auf das Niveau von 1970.

Entsprechend der unterschiedlichen Steigerung in den einzelnen Regionen haben sich auch die Anteile am weltweiten Primärenergie-Verbrauch verändert. So erhöhte sich der Anteil des asiatisch-pazifischen Raumes zwischen 1970 und 2007 von 14,9 auf 34,3 Prozent. Asien-Pazifik ist damit die Region mit dem höchsten Anteil am Primärenergie-Verbrauch. Allein Chinas Anteil am weltweiten Primärenergie-Verbrauch kletterte von 4,7 auf 16,8 Prozent. Auch die entsprechenden Anteile

des Nahen Ostens (1,5 bzw. 5,2 Prozent), Mittel- und Südamerikas (2,9 bzw. 5,0 Prozent) sowie Afrikas (1,5 bzw. 3,1 Prozent) haben sich erhöht. Auf der anderen Seite reduzierte sich der Anteil Nordamerikas im selben Zeitraum von 36,2 auf 25,6 Prozent und der Anteil der EU-Staaten von 25,9 auf 15,7 Prozent. Die Staaten der OECD, auf die bis Anfang der 1970er-Jahre mehr als zwei Drittel des weltweiten Primärenergie-Verbrauchs entfielen, hatten 2007 einen Anteil von 50,2 Prozent.

In den meisten Regionen verbrauchen wenige Staaten einen Großteil der Energie. Im asiatisch-pazifischen Raum waren es 2007 vor allem China (49,0 Prozent), Japan (13,6 Prozent) und Indien (10,6) auf die die größten Anteile des regionalen Energieverbrauchs entfielen. In Europa und Eurasien verbrauchten Russland (23,2 Prozent) und Deutschland (10,4 Prozent) etwa ein Drittel der Primärenergie.

Auf Brasilien entfielen im selben Jahr 39,2 Prozent des Primärenergie-Verbrauchs in Mittel- und Südamerika, auf Iran und Saudi-Arabien 61,0 Prozent des Verbrauchs im Nahen Osten und Südafrika hatte einen Anteil von 37,1 Prozent am Primärenergie-Verbrauch Afrikas. Schließlich waren im Jahr 2007 die USA für 83,2 Prozent des Energieverbrauchs von Nordamerika verantwortlich.

■ Datenquelle

British Petroleum (BP): Statistical Review of World Energy 2008



Verbrauch von Primärenergie nach Regionen

■ **Begriffe, methodische Anmerkungen oder Lesehilfen**

Primärenergie ist die von noch nicht weiterbearbeiteten Energieträgern stammende Energie. Primärenergieträger sind zum Beispiel Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdgas, Wasser, Wind, Kernbrennstoffe, Solarstrahlung und so weiter. Aus der Primärenergie wird durch Aufbereitung zum Beispiel in Kraftwerken oder Raffinerien die Endenergie (Sekundärenergie). Die Form der Energie, in der sie tatsächlich vom Anwender verwendet wird, wird Nutzenergie genannt. Ein Beispiel: Rohöl (Primärenergie) wird zu Heizöl (Endenergie/Sekundärenergie) und zu Wärme (Nutzenergie).

Die hier gemachten Angaben beziehen sich ausschließlich auf Öl, Kohle, Erdgas, Wasserkraft und Kernenergie. Brennstoffe wie Holz, Torf oder tierische Abfälle sowie Windenergie, Geothermie und Solarenergie gehören ebenfalls zur Primärenergie, sie wurden hier aber nicht statistisch erfasst.

Um den Verbrauch von Öl, Kohle, Erdgas, Wasserkraft und Kernenergie vergleichbar zu machen, wird der jeweilige Verbrauch auf den wichtigsten Brennstoff Öl bezogen und äquivalent (gleichwertig) in „Mio. Tonnen Öl“ umgerechnet.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development
(Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)



Verbrauch von Primärenergie nach Regionen*

In absoluten Zahlen und Anteile in Prozent, 1970 und 2007

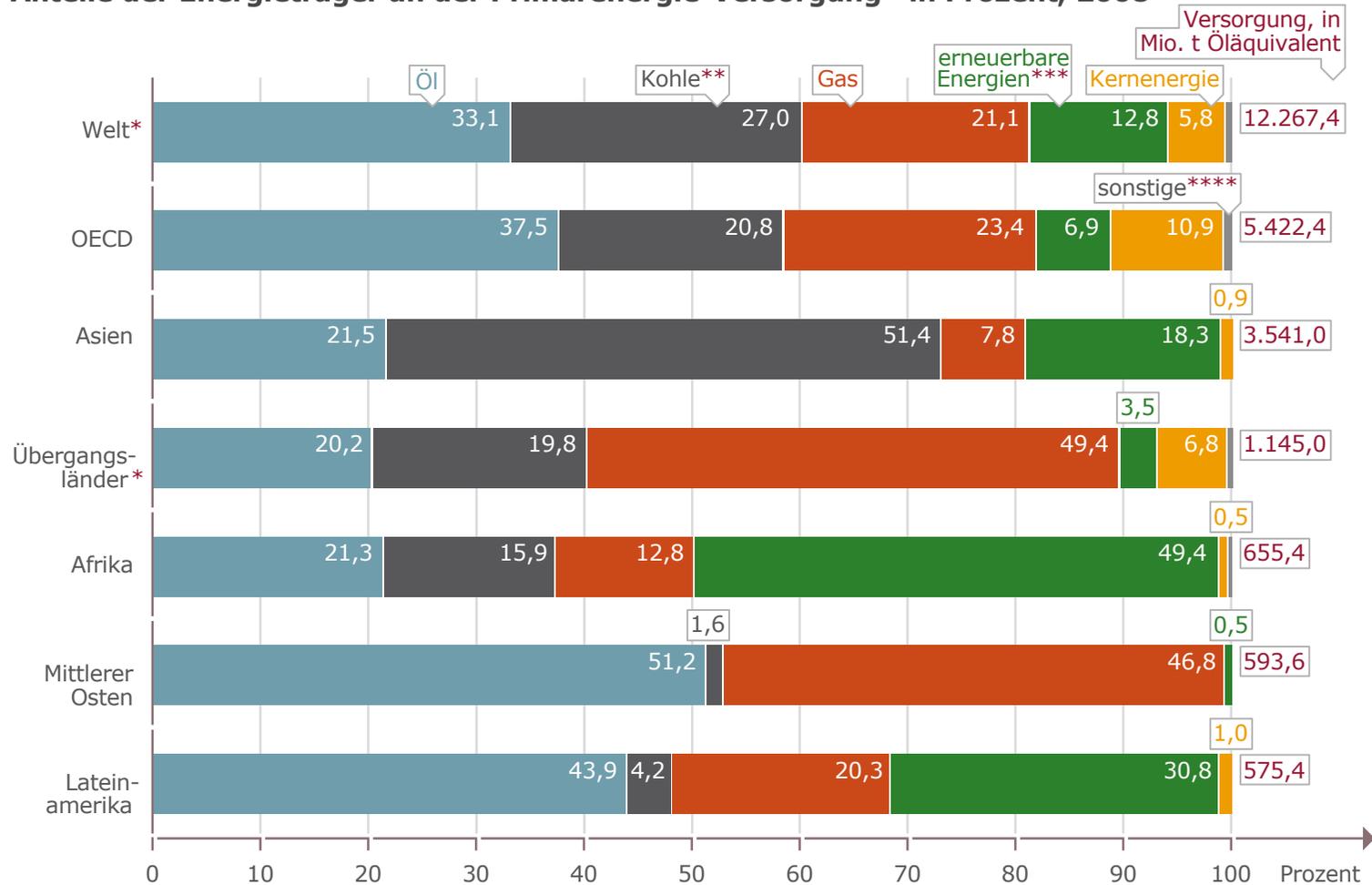
	Primärenergie-Verbrauch, in Mio. Tonnen Öläquivalent		Anteile am weltweiten Verbrauch, in Prozent	
	1970	2007	1970	2007
Welt	4.983,3	11.099,3	100,0	100,0
asiatisch-pazifischer Raum	741,5	3.801,8	14,9	34,3
Europa und Eurasien	2.144,1	2.987,5	43,0	26,9
Nordamerika	1.805,6	2.838,6	36,2	25,6
Naher Osten	73,7	574,1	1,5	5,2
Mittel- und Südamerika	144,8	552,9	2,9	5,0
Afrika	73,7	344,4	1,5	3,1
USA	1.615,4	2.361,4	32,4	21,3
China	232,7	1.863,4	4,7	16,8
EU	1.289,9	1.744,5	25,9	15,7
Russland	–	692,0	–	6,2
Japan	280,8	517,5	5,6	4,7
Indien	64,8	404,4	1,3	3,6
OECD	3.444,5	5.566,4	69,1	50,2

* Primärenergie ist die von noch nicht weiterbearbeiteten Energieträgern stammende Energie. Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf Öl, Kohle, Erdgas, Wasserkraft und Kernenergie. Brennstoffe wie Holz, Torf oder tierische Abfälle sowie Windenergie, Geothermie und Solarenergie gehören ebenfalls zur Primärenergie, sie wurden hier aber nicht statistisch erfasst.

Quelle: British Petroleum (BP): Statistical Review of World Energy 2008

■ Energiemix nach Regionen

Anteile der Energieträger an der Primärenergie-Versorgung* in Prozent, 2008



* Primärenergie-Versorgung = Primärenergie-Produktion + Importe - Exporte +/- Veränderung der Lagerbestände /Welt inkl. internat. See- und Luftverkehr; Übergangsländer: ehem. UdSSR und europäische Nicht-OECD-Staaten

** einschließlich Torf

*** Biomasse, biologisch abbaubare Abfälle (ohne Industrieabfälle), Wasserkraft, geothermische Energie, Solar-, Wind- und Meeresenergie

**** Industrieabfälle und brennbare Abfälle, die der Energieerzeugung dienen und die nicht biologisch abbaubar sind

■ Energiemix nach Regionen

■ Fakten

Parallel zur Erhöhung des Welthandels und der Warenproduktion stieg auch die weltweite Versorgung mit Primärenergie. Nach Angaben der International Energy Agency (IEA) nahm die Versorgung mit Primärenergie zwischen 1973 und 2008 von 6.115 auf 12.267 Millionen Tonnen Öläquivalent zu. Von der Primärenergie-Versorgung des Jahres 2008 entfielen nach Angaben der IEA 33,1 Prozent auf Öl, 27,0 Prozent auf Kohle, 21,1 Prozent auf Gas, 12,8 Prozent auf erneuerbare Energien und 5,8 Prozent auf Kernenergie.

Die einzelnen erneuerbaren Energieträger hatten sehr unterschiedliche Anteile an der weltweiten Versorgung mit Primärenergie. Biomasse und biologisch abbaubare Abfälle hatten einen Anteil von 9,8 Prozent, bei Wasserkraft waren es im Jahr 2008 2,2 Prozent. Die neuen erneuerbaren Energien – also Geothermie, Solar-, Wind- und Meeresenergie – hatten einen Anteil von 0,7 Prozent an der weltweiten Primärenergie-Versorgung.

Auch wenn Öl in den letzten Jahren durchgehend der wichtigste Energieträger war, lag der Anteil an der Primärenergie-Versorgung 1973 noch bei 46,1 Prozent, also rund 13 Prozentpunkte höher. Allerdings sagt der relative Rückgang nichts über die Entwicklung der absolut bereitgestellten Öl-Menge aus: Diese nahm zwischen 1973 und 2008 sogar um rund 45 Prozent zu. Die Anteile von Kohle und Gas an der weltweiten Primärenergie-Versorgung erhöhten sich im selben Zeitraum um 2,5 bzw. 5,1 Prozentpunkte. Die absolut bereitgestellte Menge stieg um rund 120 Prozent (Kohle) bzw. 165 Prozent (Gas).

Am stärksten erhöhten sich zwischen 1973 und 2008 die Anteile der neuen erneuerbaren Energien (von 0,1 auf 0,7 Prozent) und der Kernenergie (von 0,9 auf 5,8 Prozent). Die absolut bereitgestellte Menge stieg dabei um rund 1.300 Prozent (neue erneuerbare Energien) bzw. 1.200 Prozent (Kernenergie). Allerdings ist der Anteil der Kernenergie an der weltweiten Primärenergie-Versorgung seit 2002 rückläufig und der Anteil der neuen erneuerbaren Energien auch in dieser Zeit gestiegen.

Regional fällt die Nutzung der verschiedenen Energieträger sehr unterschiedlich aus. Sehr auffällig ist der Mittlere Osten, wo nahezu die komplette Primärenergie-Versorgung auf nur zwei Energieträgern beruht: Öl und Gas hatten dort im Jahr 2008 einen Anteil von 51,2 bzw. 46,8 Prozent an der Energieversorgung. Außerdem ist der Mittlere Osten die einzige Region der Welt, in der keine Kernenergie genutzt wird.

Asien deckte 2008 mehr als die Hälfte seiner Energieversorgung mit Kohle ab (51,4 Prozent). In keiner anderen Region war der Anteil eines einzelnen Energieträgers höher. Zudem hatte Asien einen Anteil von 54,9 Prozent an der weltweiten Primärenergie-Versorgung, die auf Kohle beruht. Allein China, wo zwei Drittel der Primärenergie-Versorgung mit Kohle gedeckt werden, hatte einen Anteil von 42,6 Prozent an der weltweiten kohlebasierten Primärenergie-Versorgung.

■ Energiemix nach Regionen

Die Primärenergie-Versorgung der OECD-Staaten ist stärker auf verschiedene Energieträger verteilt (Diversifikation). Verglichen mit dem weltweiten Energiemix sind die Anteile von Öl, Gas und Kernenergie bei den OECD-Staaten höher, die Anteile von Kohle und den erneuerbaren Energien liegen hingegen unter dem weltweiten Durchschnitt.

Nach Angaben der IEA war im Jahr 2008 in keiner Region der Anteil der erneuerbaren Energien an der gesamten Primärenergie-Versorgung höher als in Afrika mit 49,4 Prozent. Hierfür ist allerdings maßgeblich die Nutzung von Biomasse und biologisch abbaubaren Abfällen verantwortlich. Die neuen erneuerbaren Energien, die in Bezug auf die Nachhaltigkeit am besten bewertet werden, hatten lediglich einen Anteil von 0,2 Prozent an der Primärenergie-Versorgung Afrikas. In Lateinamerika hat die Wasserkraft eine einmalig hohe Bedeutung: 10,1 Prozent der Primärenergie-Versorgung basierten im Jahr 2008 auf der Nutzung von Wasserkraft.

■ Datenquelle

International Energy Agency (IEA): Energy Statistics Division 2010, © OECD/IEA

■ Begriffe, methodische Anmerkungen oder Lesehilfen

Primärenergie ist die von noch nicht weiterbearbeiteten Energieträgern stammende Energie. Primärenergieträger sind zum Beispiel Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdgas, Wasser, Wind, Kernbrennstoffe, Solarstrahlung und so weiter. Aus der Primärenergie wird durch Aufbereitung zum Beispiel in Kraftwerken oder Raffinerien die Endenergie

(Sekundärenergie). Die Form der Energie, in der sie tatsächlich vom Anwender verwendet wird, wird Nutzenergie genannt. Ein Beispiel: Rohöl (Primärenergie) wird zu Heizöl (Endenergie/Sekundärenergie) und zu Wärme (Nutzenergie).

Nach der IEA entspricht die Primärenergie-Versorgung der Primärenergie-Produktion zuzüglich der Importe und abzüglich der Exporte; zudem wird die Veränderung der Lagerbestände – bei Produzenten, Importeuren, großen Konsumenten etc. – eingerechnet.

Bei den Angaben zum Anteil der erneuerbaren Energien an der Versorgung mit Primärenergie ist zu berücksichtigen, dass die traditionelle Nutzung von Biomasse über weite Strecken nicht nachhaltig ist. So weist das Bundesumweltministerium darauf hin, dass einfache Formen des Kochens und Heizens vielfach die irreversible Abholzung der Wälder zur Folge haben. Und auch die Nutzung der Wasserkraft ist nicht immer nachhaltig. Vor allem große Staudammprojekte gehen häufig mit negativen sozialen und ökologischen Folgen einher. Das Gleiche gilt für Teile der Produktion von Biokraftstoffen.

Unter Meeresenergie wird beispielsweise die Stromerzeugung in Gezeiten-, Strömungs- und Wellenkraftwerken verstanden.

Übergangsländer: Staaten der ehemaligen UdSSR und europäische Staaten, die nicht Mitglied der OECD sind.

■ Energiemix nach Regionen

Primärenergie-Versorgung* in absoluten Zahlen und Anteile der Energieträger in Prozent, 2008

	Primärenergie-Versorgung, in Mio. Tonnen Öläquivalent	Anteile der Energieträger, in Prozent					
		Öl	Kohle**	Gas	erneuerbare Energien***	Kern-energie	sonstige****
Welt*	12.267,4	33,1	27,0	21,1	12,8	5,8	0,2
OECD	5.422,4	37,5	20,8	23,4	6,9	10,9	0,4
Asien	3.541,0	21,5	51,4	7,8	18,3	0,9	0,0
darunter:							
China	2.130,4	17,3	66,3	3,3	12,2	0,8	0,0
Übergangsländer*	1.145,0	20,2	19,8	49,4	3,5	6,8	0,2
Afrika	655,4	21,3	15,9	12,8	49,4	0,5	0,1
Mittlerer Osten	593,6	51,2	1,6	46,8	0,5	0,0	0,0
Lateinamerika	575,4	43,9	4,2	20,3	30,8	1,0	–

* Primärenergie ist die von noch nicht weiterbearbeiteten Energieträgern stammende Energie. Primärenergie-Versorgung = Primärenergie-Produktion + Importe - Exporte +/- Veränderung der Lagerbestände / Welt einschließlich internationaler See- und Luftverkehr; Übergangsländer: Staaten der ehemaligen UdSSR und europäische Staaten, die nicht Mitglied der OECD sind.

** einschließlich Torf

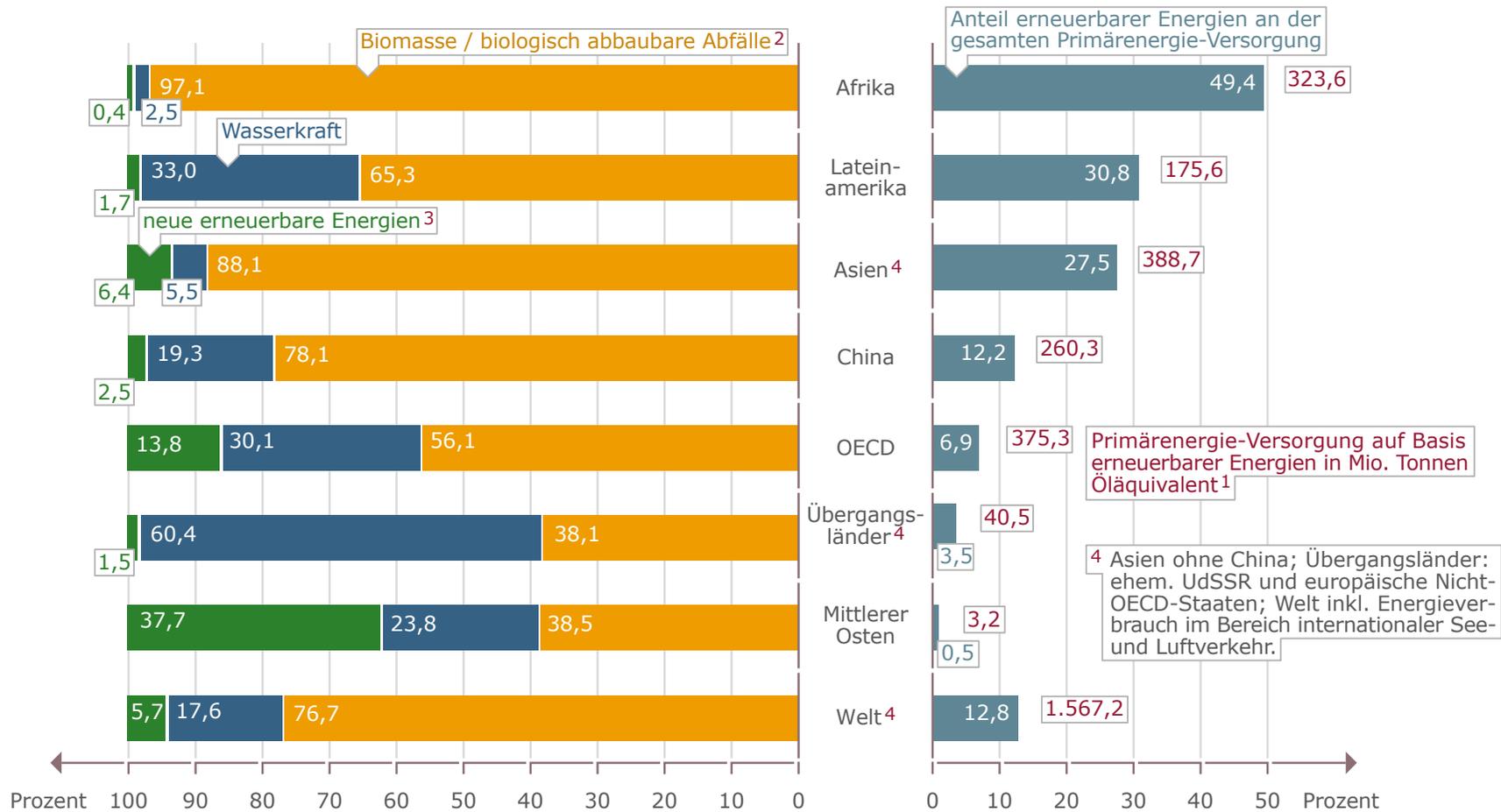
*** Biomasse, biologisch abbaubare Abfälle (ohne Industrieabfälle), Wasserkraft, geothermische Energie, Solarenergie, Windenergie, Meeresenergie

**** Industrieabfälle und brennbare Abfälle, die der Energieerzeugung dienen und die nicht biologisch abbaubar sind

Quelle: International Energy Agency (IEA): Energy Statistics Division 2010, © OECD/IEA

Regionale Nutzung erneuerbarer Energien

Anteil einzelner Energieträger an den erneuerbaren Energien und Anteil der erneuerbaren Energien an der gesamten Primärenergie-Versorgung in Prozent, Primärenergie-Versorgung in abs. Zahlen, 2008



¹ Primärenergie-Versorgung = Primärenergie-Produktion + Importe - Exporte +/- Veränderung der Lagerbestände.

² ohne Industrieabfälle

³ geothermische Energie, Solar-, Wind- und Meeresenergie

Quelle: International Energy Agency (IEA): Renewables Information 2010, © OECD/IEA
 Bundeszentrale für politische Bildung, 2010, www.bpb.de

■ Regionale Nutzung erneuerbarer Energien

■ Fakten

Wird die Energie auf Basis von Wasserkraft, Biomasse und biologisch abbaubaren Abfällen uneingeschränkt zu den erneuerbaren Energien hinzugezählt, lag der Anteil der erneuerbaren Energien an der weltweiten Versorgung mit Primärenergie im Jahr 2008 bei 12,8 Prozent. Nach Angaben der International Energy Agency (IEA) entfielen davon 76,7 Prozent auf Biomasse und Abfälle (inkl. Biokraftstoffe / ohne Industrieabfälle), 17,6 Prozent auf Wasserkraft und 5,7 Prozent auf neue erneuerbare Energien (Geothermie, Solar-, Wind- und Meeresenergie).

Da nach der Definition der IEA auch die traditionelle Nutzung von Biomasse zu den erneuerbaren Energien gehört, ist der Anteil der erneuerbaren Energien an der Primärenergie-Versorgung in den ökonomisch sich entwickelnden Staaten überdurchschnittlich hoch. In diesen Staaten – insbesondere in ländlichen Gebieten – sind 2,5 Milliarden Menschen ausschließlich auf traditionelle Biomasse zum Kochen und Heizen angewiesen. Nach Angaben der IEA lag der Anteil der erneuerbaren Energien an der gesamten Primärenergie-Versorgung in Afrika bei 49,4 Prozent, in Lateinamerika bei 30,8 Prozent und in Asien (ohne China) bei 27,5 Prozent. Am niedrigsten war der entsprechende Anteil in den Staaten der ehemaligen UdSSR und den europäischen Staaten, die nicht Mitglied der OECD sind (3,5 Prozent) sowie im Mittleren Osten (0,5 Prozent). China (12,2 Prozent) und die Staaten der OECD (6,9 Prozent) lagen im Mittelfeld.

Die traditionelle Nutzung von Biomasse ist jedoch über weite Strecken nicht nachhaltig. So weist das Bundesumweltministerium darauf hin, dass einfache Formen des Kochens und Heizens vielfach die irreversible Abholzung der Wälder zur Folge haben. Und auch die Nutzung

der Wasserkraft ist nicht immer nachhaltig. Vor allem die Nutzung der Wasserkraft durch große Staudämme geht häufig mit negativen sozialen und ökologischen Folgen einher. Das Gleiche gilt für Teile der Produktion von Biokraftstoffen.

Ohne traditionelle Biomasse, große Wasserkraftwerke und Biokraftstoffe beziffert das Politiknetzwerk REN21 den Anteil der erneuerbaren Energien am globalen Endenergieverbrauch (der nicht mit der Primärenergie-Versorgung bzw. dem Primärenergie-Verbrauch identisch ist) auf rund 2 Prozent im Jahr 2006. Unter Einbeziehung der Biokraftstoffe steigt der Anteil auf 2,3 Prozent.

In Bezug auf die Nachhaltigkeit werden die neuen erneuerbaren Energien – Geothermie, Solar-, Wind- und Meeresenergie – mit am besten bewertet. Laut IEA erhöhte sich der Anteil der neuen erneuerbaren Energien an der weltweiten Versorgung mit Primärenergie zwischen 1973 und 2008 von 0,1 auf 0,7 Prozent. Im Jahr 2008 war der Anteil der neuen erneuerbaren Energien in Asien (ohne China) mit 1,8 Prozent und den Staaten der OECD mit 1,0 Prozent am höchsten. Am niedrigsten war der Anteil der neuen erneuerbaren Energien an der jeweiligen Primärenergie-Versorgung in China (0,3 Prozent), im Mittleren Osten und in Afrika (jeweils 0,2 Prozent) sowie bei den Übergangsländern (0,05 Prozent).

Bei diesen Angaben ist allerdings zu beachten, dass es unterschiedliche Erhebungsmethoden gibt, um den Anteil an der Primärenergie-Versorgung bzw. am Primärenergie-Verbrauch zu ermitteln. Die IEA verwendet die sogenannte Wirkungsgradmethode. Verglichen mit der

■ Regionale Nutzung erneuerbarer Energien

tatsächlich zur Verfügung stehenden Energie (Endenergie/Sekundärenergie) führt diese Methode dazu, dass die erneuerbaren Energien insgesamt unterrepräsentiert sind. Aus diesem Grund kann alternativ auf die sogenannte Substitutionsmethode zurückgegriffen werden. Der absolute Wert der Primärenergie-Versorgung auf der Basis von zum Beispiel Wasser, Wind und Photovoltaik ist bei der Substitutionsmethode gut zweieinhalbmal so hoch wie bei der Wirkungsgradmethode. Anders formuliert fällt der Anteil der erneuerbaren Energien an der Primärenergie-Versorgung bei Anwendung der Substitutionsmethode sowohl global als auch regional höher aus als bei der von der IEA angewandten Wirkungsgradmethode.

■ Datenquelle

International Energy Agency (IEA): Key World Energy Statistics und Renewables Information, verschiedene Jahrgänge; British Petroleum (BP): Statistical Review of World Energy, verschiedene Jahrgänge; Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21): Renewables Global Status Report, verschiedene Jahrgänge; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Erneuerbare Energien in Zahlen

■ Begriffe, methodische Anmerkungen oder Lesehilfen

Primärenergie ist die von noch nicht weiterbearbeiteten Energieträgern stammende Energie. Primärenergieträger sind zum Beispiel Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdgas, Wasser, Wind, Kernbrennstoffe, Solarstrahlung und so weiter. Aus der Primärenergie wird durch Aufbereitung zum Beispiel in Kraftwerken oder Raffinerien die Endenergie (Sekundärenergie). Die Form der Energie, in der sie tatsächlich vom Anwender

verwendet wird, wird Nutzenergie genannt. Ein Beispiel: Rohöl (Primärenergie) wird zu Heizöl (Endenergie/Sekundärenergie) wird zu Wärme (Nutzenergie).

Nach der IEA entspricht die Primärenergie-Versorgung der Primärenergie-Produktion zuzüglich der Importe und abzüglich der Exporte; zudem wird die Veränderung der Lagerbestände – bei Produzenten, Importeuren, großen Konsumenten etc. – eingerechnet.

Unter Meeresenergie wird beispielsweise die Stromerzeugung in Gezeiten-, Strömungs- und Wellenkraftwerken verstanden.

Übergangsländer: Staaten der ehemaligen UdSSR und europäische Staaten, die nicht Mitglied der OECD sind.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)

Die international angewandte Methode zur Bestimmung des Primärenergieäquivalents von Strom ist die Wirkungsgradmethode. Bei Strom aus zum Beispiel Wasserkraft, Windenergie und Photovoltaik wird von der Endenergie mit Hilfe eines Wirkungsgrades von 100 Prozent auf die Primärenergie geschlossen. Somit entspricht zum Beispiel 1 kWh Strom aus Wasserkraft einem Primärenergieäquivalent von 1 kWh. Bei Kernenergie wird für die Festlegung des Primärenergieäquivalents hingegen ein Wirkungsgrad von 33 Prozent unterstellt – 1 kWh Strom aus Kernkraft entspricht demnach einem Primärenergieäquivalent von 3,0303 kWh.



Regionale Nutzung erneuerbarer Energien

Bei der Substitutionsmethode wird berechnet, welche Menge an fossilem Brennstoff durch die Nutzung von erneuerbaren Energien und Kernenergie eingespart wurde. Bei diesem Verfahren wird also davon ausgegangen, dass elektrische Energie aus nicht-fossilen Quellen eine entsprechende Erzeugung auf fossiler Basis in konventionellen Kraftwerken ersetzt. Dabei wird für die Umwandlung von fossilen Brennstoffen in Strom eine Umwandlungseffizienz von 38 Prozent angenommen (nach Angaben von BP entspricht dies dem Durchschnitt bei der Energieerzeugung aus Wärmekraft in den OECD-Ländern). Bei der Substitutionsmethode entspricht somit 1 kWh Strom einem Primärenergieäquivalent von 2,6316 kWh – unabhängig davon, ob der Strom beispielsweise in einem Wasserkraftwerk oder einem Atomkraftwerk produziert wurde.

Lesebeispiel: Nach Angaben des Energiekonzerns British Petroleum (BP) – der die Substitutionsmethode anwendet – lag im Jahr 2007 der Anteil der Energie aus Wasserkraft am Primärenergie-Verbrauch über dem Anteil der Kernenergie (6,4 gegenüber 5,6 Prozent). Bei der IEA, die die Wirkungsgradmethode verwendet, lag der Anteil der Wasserkraft an der Primärenergie-Versorgung hingegen deutlich unter dem Anteil der Kernenergie (2,2 gegenüber 5,9 Prozent).

Bei den Angaben von British Petroleum (BP) ist zu beachten, dass Brennstoffe wie Holz, Torf oder tierische Abfälle sowie Windenergie, Geothermie und Solarenergie auch für BP zur Primärenergie gehören, BP sie aber statistisch nicht erfasst. Die Angaben von BP zum Primärenergie-Verbrauch beziehen sich ausschließlich auf Öl, Kohle, Erdgas, Wasserkraft und Kernenergie.



Regionale Nutzung erneuerbarer Energien

In absoluten Zahlen und Anteile in Prozent, 2008

	Primärenergie-Versorgung*, in Mio. t Öläquivalent		Anteil der erneuerbaren Energien an der gesamten Primärenergie- Versorgung, in Prozent	Anteil einzelner Energieträger am Gesamtanteil der erneuerbaren Energien, in Prozent		
	insgesamt	darunter: erneuerbare Energien		Biomasse / biologisch abbaubare Abfälle**	Wasserkraft	neue erneuerbare Energien***
Afrika	655,4	323,6	49,4	97,1	2,5	0,4
Lateinamerika	570,1	175,6	30,8	65,3	33,0	1,7
Asien****	1.414,2	388,7	27,5	88,1	5,5	6,4
China	2.130,6	260,3	12,2	78,1	19,3	2,5
OECD	5.422,4	375,3	6,9	56,1	30,1	13,8
Übergangsländer****	1.144,9	40,5	3,5	38,1	60,4	1,5
Mittlerer Osten	591,8	3,2	0,5	38,5	23,8	37,7
Welt****	12.264,2	1.567,2	12,8	76,7	17,6	5,7

* Primärenergie ist die von noch nicht weiterbearbeiteten Energieträgern stammende Energie.

Primärenergie-Versorgung = Primärenergie-Produktion + Importe - Exporte +/- Veränderung der Lagerbestände.

** ohne Industrieabfälle

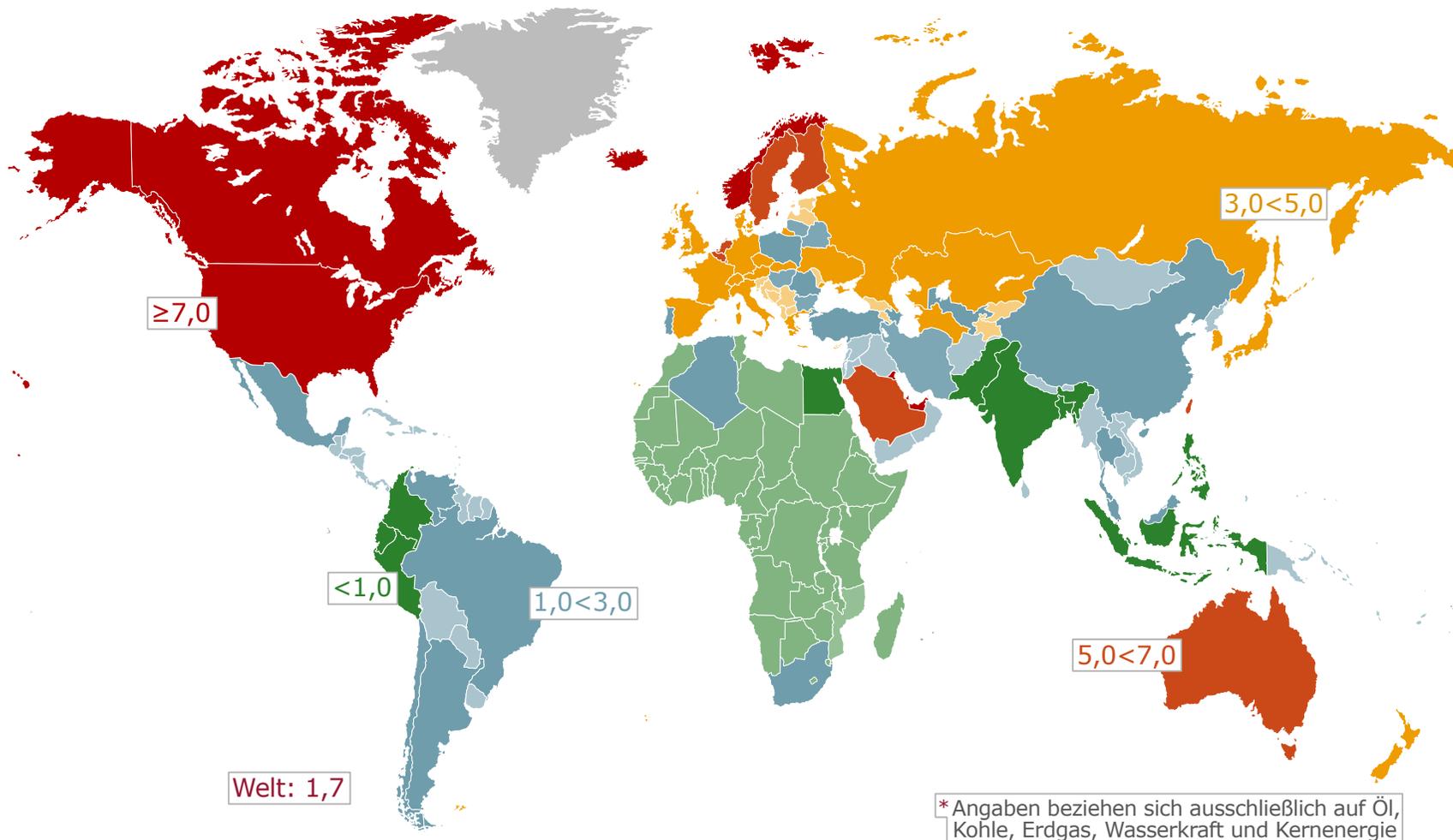
*** geothermische Energie, Solarenergie, Windenergie, Meeresenergie (z.B. Gezeiten- und Wellenkraftwerke)

**** Asien ohne China; Übergangsländer: Staaten der ehemaligen UdSSR und europäische Staaten, die nicht Mitglied der OECD sind;
Welt einschließlich Energieverbrauch im Bereich internationaler See- und Luftverkehr.

Quelle: International Energy Agency (IEA): Renewables Information 2010, © OECD/IEA

■ Verbrauch von Primärenergie pro Kopf

In Tonnen Öläquivalent*, nach Regionen und ausgewählten Staaten, 2007



Quelle: British Petroleum (BP): Statistical Review of World Energy 2008; United Nations Population Fund (UNFPA): State of world population 2007
Lizenz: Creative Commons by-nc-nd/3.0/de
Bundeszentrale für politische Bildung, 2009, www.bpb.de



■ Verbrauch von Primärenergie pro Kopf

■ Fakten

Der Primärenergie-Verbrauch pro Kopf lag im Jahr 2007 weltweit bei 1,7 Tonnen Öläquivalent. Regional war der pro Kopf Verbrauch in Nordamerika am höchsten (6,4 t) und in Afrika am niedrigsten (0,4 t). Während die Regionen Europa und Eurasien (3,4 t) sowie der Nahe Osten (2,9 t) einen überdurchschnittlich hohen Primärenergie-Verbrauch pro Kopf hatten, lag der Verbrauch in Mittel- und Südamerika (1,2 t) und dem asiatisch-pazifischen Raum (1,0 t) unter dem weltweiten Durchschnitt.

Noch größer als die Unterschiede zwischen den Regionen sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Staaten innerhalb einer Region. Beispielsweise lag im Jahr 2007 der Primärenergie-Verbrauch pro Kopf in Nordamerika zwischen 1,4 Tonnen Öläquivalent in Mexiko und 9,8 Tonnen in Kanada. In Europa und Eurasien bewegte sich der Verbrauch zwischen 1,4 Tonnen Öläquivalent in der Türkei und 10,0 Tonnen in Island. Noch deutlich größer sind die Unterschiede im asiatisch-pazifischen Raum. Dort lag der Primärenergie-Verbrauch pro Kopf zwischen 0,1 Tonnen Öläquivalent in Bangladesch und 12,1 Tonnen in Singapur.

Katar, die Vereinigten Arabischen Emirate, Singapur und Island hatten 2007 mit einem Primärenergie-Verbrauch von zehn oder mehr Tonnen Öläquivalent den weltweit höchsten Energieverbrauch pro Kopf. Es folgten Kanada, Norwegen, Kuwait, die USA, Belgien und Luxemburg sowie Saudi Arabien mit einem Primärenergie-Verbrauch pro Kopf zwischen 6,5 und 9,8 Tonnen Öläquivalent. In Deutschland lag der Primärenergie-Verbrauch pro Kopf bei 3,8 Tonnen Öläquivalent.

In der Gruppe der Staaten mit einem stark überdurchschnittlichen pro Kopf Verbrauch ($\geq 6,5$ Tonnen Öläquivalent) fällt den USA eine Sonderrolle zu, da hier mit Abstand die meisten Menschen leben. Bei mehr als 300 Millionen Einwohnern und einem Primärenergie-Verbrauch pro Kopf von 7,8 Tonnen Öläquivalent ergibt sich ein Gesamtverbrauch von 2.361 Millionen Tonnen – das war mehr als ein Fünftel des weltweiten Primärenergie-Verbrauchs im Jahr 2007 (21,3 Prozent). Auf die beiden – nach der Bevölkerungszahl – nächstgrößten Staaten dieser Gruppe, Kanada und Saudi-Arabien, entfielen 2,9 bzw. 1,5 Prozent des weltweiten Energieverbrauchs.

In den 30 Staaten der OECD, die im Jahr 2007 mit einem Verbrauch von 5.570 Millionen Tonnen Öläquivalent einen Anteil von 50,2 Prozent am weltweiten Primärenergie-Verbrauch hatten, lag der durchschnittliche pro Kopf Verbrauch bei 4,7 Tonnen Öläquivalent.

■ Datenquelle

British Petroleum (BP): Statistical Review of World Energy 2008

■ Begriffe, methodische Anmerkungen oder Lesehilfen

Primärenergie ist die von noch nicht weiterbearbeiteten Energieträgern stammende Energie. Primärenergieträger sind zum Beispiel Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdgas, Wasser, Wind, Kernbrennstoffe, Solarstrahlung und so weiter. Aus der Primärenergie wird durch Aufbereitung zum Beispiel in Kraftwerken oder Raffinerien die Endenergie (Sekundärenergie). Die Form der Energie, in der sie tatsächlich vom Anwender

■ Verbrauch von Primärenergie pro Kopf

verwendet wird, wird Nutzenergie genannt. Ein Beispiel: Rohöl (Primärenergie) wird zu Heizöl (Endenergie/Sekundärenergie) wird zu Wärme (Nutzenergie).

Die hier gemachten Angaben beziehen sich ausschließlich auf Öl, Kohle, Erdgas, Wasserkraft und Kernenergie. Brennstoffe wie Holz, Torf oder tierische Abfälle sowie Windenergie, Geothermie und Solarenergie gehören ebenfalls zur Primärenergie, sie wurden hier aber nicht statistisch erfasst.

Um den Verbrauch von Öl, Kohle, Erdgas, Wasserkraft und Kernenergie vergleichbar zu machen, wird der jeweilige Verbrauch auf den wichtigsten Brennstoff Öl bezogen und äquivalent (gleichwertig) in „Tonnen Öl“ umgerechnet.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development
(Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)

■ Verbrauch von Primärenergie pro Kopf

In Tonnen Öläquivalent*, nach Regionen und ausgewählten Staaten, 2007

Welt	1,7
Nordamerika	6,4
darunter:	
Kanada	9,8
USA	7,8
Mexiko	1,4
Europa und Eurasien	3,4
darunter:	
Europäische Union	3,6
Island	10,0
Norwegen	9,6
Belgien & Luxemburg	6,7
Niederlande	5,6
Schweden	5,5
Finnland	5,2
Russland	4,9

Turkmenistan	4,9
Frankreich	4,2
Tschechische Republik	4,2
Kasachstan	4,1
Österreich	4,0
Schweiz	4,0
Deutschland	3,8
Großbritannien	3,6
Irland	3,5
Spanien	3,4
Dänemark	3,3
Slowakei	3,2
Italien	3,1
Griechenland	3,0
Ukraine	3,0
Bulgarien	2,7
Litauen	2,7
Belarus	2,6

Polen	2,5
Ungarn	2,5
Portugal	2,3
Rumänien	1,8
Usbekistan	1,8
Aserbaidshan	1,5
Türkei	1,4
Naher Osten	2,9
darunter:	
Katar	26,3
Vereinigte Arabische Emirate	12,7
Kuwait	9,1
Saudi-Arabien	6,5
Iran	2,6
andere Staaten	1,2

* Primärenergie ist die von noch nicht weiterbearbeiteten Energieträgern stammende Energie. Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf Öl, Kohle, Erdgas, Wasserkraft und Kernenergie. Brennstoffe wie Holz, Torf oder tierische Abfälle sowie Windenergie, Geothermie und Solarenergie gehören ebenfalls zur Primärenergie, sie wurden hier aber nicht statistisch erfasst.

Quelle: British Petroleum (BP): Statistical Review of World Energy 2008; United Nations Population Fund (UNFPA): State of world population 2007

■ Verbrauch von Primärenergie pro Kopf

In Tonnen Öläquivalent*, nach Regionen und ausgewählten Staaten, 2007

Mittel- und Südamerika	1,2
darunter:	
Venezuela	2,6
Argentinien	1,9
Chile	1,7
Brasilien	1,1
Ecuador	0,8
Kolumbien	0,6
Peru	0,5
asiatisch-pazifischer Raum	1,0
darunter:	
Singapur	12,1
Australien	5,9
Taiwan	5,0
Südkorea	4,9
Neuseeland	4,2

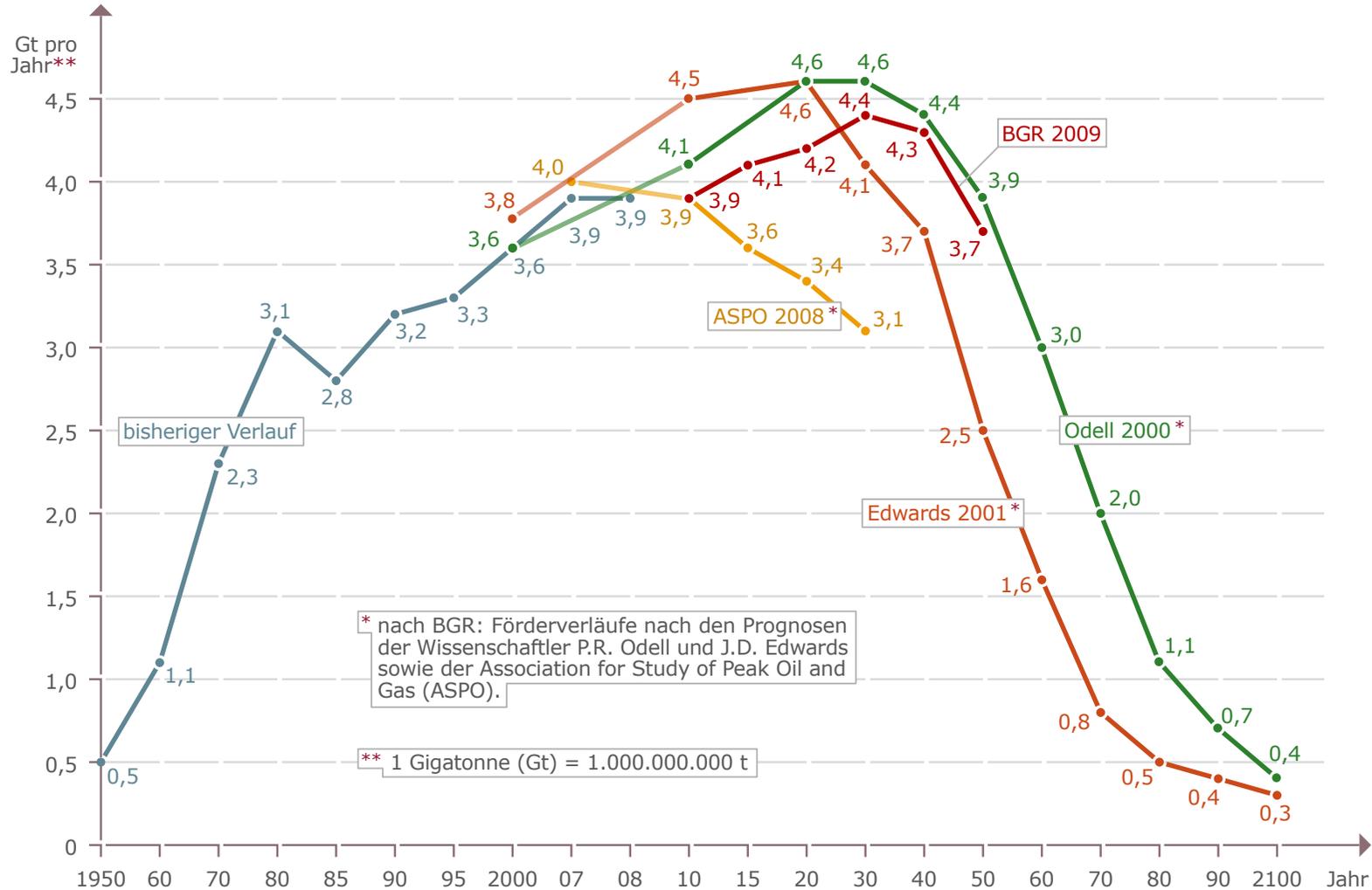
Japan	4,0
Hongkong, China	3,7
Malaysia	2,2
China	1,4
Thailand	1,3
Indonesien	0,5
Indien	0,4
Pakistan	0,4
Philippinen	0,3
Bangladesch	0,1
andere Staaten	0,3
Afrika	0,4
darunter:	
Südafrika	2,7
Algerien	1,0
Ägypten	0,8

* Primärenergie ist die von noch nicht weiterbearbeiteten Energieträgern stammende Energie. Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf Öl, Kohle, Erdgas, Wasserkraft und Kernenergie. Brennstoffe wie Holz, Torf oder tierische Abfälle sowie Windenergie, Geothermie und Solarenergie gehören ebenfalls zur Primärenergie, sie wurden hier aber nicht statistisch erfasst.

Quelle: British Petroleum (BP): Statistical Review of World Energy 2008; United Nations Population Fund (UNFPA): State of world population 2007

Peak Oil – Fördermaximum von konventionellem Erdöl

Beispiele für prognostizierte Förderverläufe mit Peak Oil, Produktion in Gigatonnen, weltweit 1950 bis 2100



Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR): Energierohstoffe 2009
 Lizenz: Creative Commons by-nc-nd/3.0/de
 Bundeszentrale für politische Bildung, 2010, www.bpb.de





Peak Oil – Fördermaximum von konventionellem Erdöl

■ Fakten

Nach Angaben der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) wird gegenwärtig jedes Jahr etwa soviel Erdöl verbraucht, wie in einer halben bis einer Million Jahre in der Erdkruste gebildet wurde. Dieser Vergleich macht die Endlichkeit des Rohstoffes Erdöl deutlich. Entsprechend kommt die BGR zu dem Schluss, dass „die als Erdölzeitalter benannte Zeit“ – also vom Beginn der Nutzung des Rohstoffes bis in die Zeit, in der die Massennutzung von Erdöl durch andere Energien ersetzt sein wird – „in jedem Fall nur eine Episode in der Geschichte der Menschheit sein wird“.

Bei der Diskussion über die Endlichkeit von Rohstoffen muss zunächst klargestellt werden, ob über eine absolute oder eine relative Erschöpfung der Vorräte gesprochen wird. Absolute Erschöpfung heißt in diesem Zusammenhang, dass die Rohstoffe bis zur letzten Einheit verbraucht worden sind. Eine relative Erschöpfung liegt hingegen bereits dann vor, wenn die Bedürfnisse, die an die Nutzung der Rohstoffe gebunden sind, nicht mehr auf breiter Basis befriedigt werden können. Diese Unterscheidung gründet auf der Annahme, dass bei der gegenwärtigen Abhängigkeit vom Öl gesellschaftliche Wandlungsprozesse nicht erst dann einsetzen, wenn der letzte Tropfen Öl verbraucht ist (absolute Erschöpfung), sondern bereits dann, wenn die Nachfrage dauerhaft und signifikant über dem Angebot liegt (relative Erschöpfung).

In diesem Zusammenhang entwickelte der Geologe M. King Hubbert die ‚Peak Oil‘-Theorie. Nach dieser Theorie wird die weltweite Förderung von Erdöl zunächst stetig ansteigen und dann, sobald die Hälfte

des Erdöls gefördert wurde, irreversibel zurückgehen. Da bei Peak Oil theoretisch die Hälfte der Erdölmenge verbraucht sein wird, wird dieser Punkt auch ‚Depletion Midpoint‘ genannt. Allgemein wird als Peak Oil das Allzeit-Fördermaximum an Erdöl, also die maximal pro Jahr jemals geförderte Menge an Rohöl verstanden. Ursprünglich für die Vorhersage des Förderverlaufs von Erdöl entwickelt, wird dieses Modell inzwischen von einigen Autoren ebenso für Erdgas (Peak Gas) und sogar für Kohle (Peak Coal) verwendet.

Nach der Peak-Oil-Theorie kann der künftige Verlauf der weltweiten Erdölproduktion aus der bisherigen Produktion und der Entdeckungsgeschichte der Ölfelder vorhergesagt werden. Da aber nicht alle Peak-Oil-Modelle auf den gleichen Berechnungsgrundlagen und Ausgangsdaten beruhen, ergibt sich ein großes Spektrum an möglichen Produktionsverläufen. In Bezug auf die Förderung von konventionellem Erdöl datieren die hier angeführten Szenarien Peak Oil zwischen dem Jahr 2007 und 2034.

Bereits heute ist Erdöl derjenige Energierohstoff, dessen Erschöpfung am weitesten vorangeschritten ist. Von dem bekannten Gesamtpotenzial (Ressourcen, Reserven plus bisherige Produktion) an konventionellem Erdöl in Höhe von 400 Gigatonnen (Gt) wurden bis heute bereits 151 Gt produziert – also knapp 38 Prozent. Bezogen auf die heute bekannten initialen Reserven (Reserven plus bisherige Produktion) in Höhe von 308 Gt wäre – sogar ohne Steigerung der Nachfrage bzw. Produktion – bereits in wenigen Jahren der Depletion Midpoint überschritten, bei dem die Hälfte der bekannten Vorräte verbraucht ist.



Peak Oil – Fördermaximum von konventionellem Erdöl

Allerdings weist die BGR darauf hin, dass gerade das zugrunde gelegte Gesamtpotenzial ein wesentlicher Unsicherheitsfaktor bei der Prognose künftiger Förderentwicklungen ist. Durch den technischen Fortschritt und in Ermangelung von kostengünstigeren Alternativen konnten in der Vergangenheit immer mehr Lagerstätten als wirtschaftlich eingestuft werden und damit zur Erhöhung der Reserven beitragen. Weiter kann eine durch Verknappung ausgelöste Erhöhung der Energierohstoffpreise zu einer Reduzierung des Verbrauchs, aber auch zu steigenden Investitionen im Bereich der Exploration und Erschließung von Lagerstätten führen. Die Investitionen können sich wiederum auf das Gesamtpotenzial und die Förderentwicklung auswirken.

Die angeführte Projektion der BGR setzt voraus, dass die technologischen Entwicklungen so voranschreiten, dass die immer schwierigeren Aufgaben bei der Erschließung und Produktion von Erdöl gelöst werden können und dass bis 2030 die Vorräte, inklusive der nicht-konventionellen Vorkommen, optimal genutzt werden. Ebenso müssen die Voraussetzungen für die rechtzeitige Tüchtigkeit notwendiger Investitionen in Forschung, Entwicklung, Erschließung, Produktion und Infrastruktur gegeben sein. Die BGR selbst stuft ihre Projektion als optimistisch ein. Alle Abweichungen bei den gemachten Annahmen würden ein Unterschreiten der Projektion bewirken. Mit Blick auf 2030 hält die BGR es daher für wahrscheinlich, dass trotz der bereits jetzt anlaufenden Maßnahmen zur Substitution von Erdöl eine physische Verknappung spürbar sein wird.

Zusammenfassend geht die BGR davon aus, dass das verbleibende Potenzial an konventionellem Erdöl aus geologischer Sicht bei moderatem Anstieg des Erdölverbrauchs die Versorgung für das kommende Jahrzehnt gewährleisten kann. Trotzdem ist erkennbar, dass in absehbarer Zukunft die Produktion von Erdöl nicht mehr beliebig gesteigert werden kann. Angesichts der langen Zeiträume, die für eine Umstellung auf dem Energiesektor erforderlich sind, empfiehlt die BGR, bereits heute Alternativen für Erdöl zu untersuchen und entsprechend die Entwicklung neuer Technologien zu fördern.

■ Datenquelle

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR):
Energierohstoffe 2009

■ Begriffe, methodische Anmerkungen oder Lesehilfen

Allgemein wird als Peak Oil das Allzeit-Fördermaximum an Erdöl, also die maximal pro Jahr jemals geförderte Menge an Rohöl verstanden.

Zu den nachgewiesenen Ölreserven zählen im Allgemeinen Mengen, die nach geologischen und ingenieurtechnischen Informationen aller Wahrscheinlichkeit nach aus den heute bekannten Vorkommen und unter den derzeitigen wirtschaftlichen und technischen Bedingungen künftig gefördert werden können.



■ **Peak Oil – Fördermaximum von konventionellem Erdöl**

Von den Reserven sind grundsätzlich die Ressourcen zu unterscheiden. Ressourcen sind zum einen die nachgewiesenen, aber derzeit technisch und/oder wirtschaftlich nicht gewinnbaren Mengen an Energierohstoffen, zum anderen die nicht nachgewiesenen, aber geologisch möglichen, künftig gewinnbaren Mengen an Energierohstoffen.

Konventionelles Erdöl bezeichnet im Allgemeinen leicht zu förderndes Öl in Abgrenzung zu Ölsanden, Ölschiefer, Schweröl, Tiefseeöl, polarem Öl und Gaskondensat (NGL – Natural Gas Liquids). Konventionelle Ölvorkommen werden durch Eigendruck, Hochpumpen, Fluten mit Wasser oder Einpressen von Wasser bzw. Gasen gefördert. Die hier angeführte Projektion der BGR für konventionelles Erdöl schließt neben Feldzuwächsen allerdings auch NGL sowie Erdöl aus der Arktis und der Tiefsee mit ein.

1 Gigatonne (Gt) = 1.000.000.000 t

■ Peak Oil – Fördermaximum von konventionellem Erdöl

Beispiele für prognostizierte Förderverläufe mit Peak Oil, Produktion in Gigatonnen, weltweit 1950 bis 2100

	bisheriger Verlauf	Odell 2000*	Edwards 2001*	ASPO 2008*	BGR 2009
in Gt pro Jahr**					
1950	0,5	–	–	–	–
1955	0,8	–	–	–	–
1960	1,1	–	–	–	–
1965	1,5	–	–	–	–
1970	2,3	–	–	–	–
1975	2,7	–	–	–	–
1980	3,1	–	–	–	–
1985	2,8	–	–	–	–
1990	3,2	–	–	–	–
1995	3,3	–	–	–	–
2000	3,6	3,6	3,8	–	–
2007	3,9	–	–	4,0	–

	bisheriger Verlauf	Odell 2000*	Edwards 2001*	ASPO 2008*	BGR 2009
in Gt pro Jahr**					
2008	3,9	–	–	–	–
2010	x	4,1	4,5	3,9	3,9
2015	x	–	–	3,6	4,1
2020	x	4,6	4,6	3,4	4,2
2030	x	4,6	4,1	3,1	4,4
2040	x	4,4	3,7	–	4,3
2050	x	3,9	2,5	–	3,7
2060	x	3,0	1,6	–	–
2070	x	2,0	0,8	–	–
2080	x	1,1	0,5	–	–
2090	x	0,7	0,4	–	–
2100	x	0,4	0,3	–	–

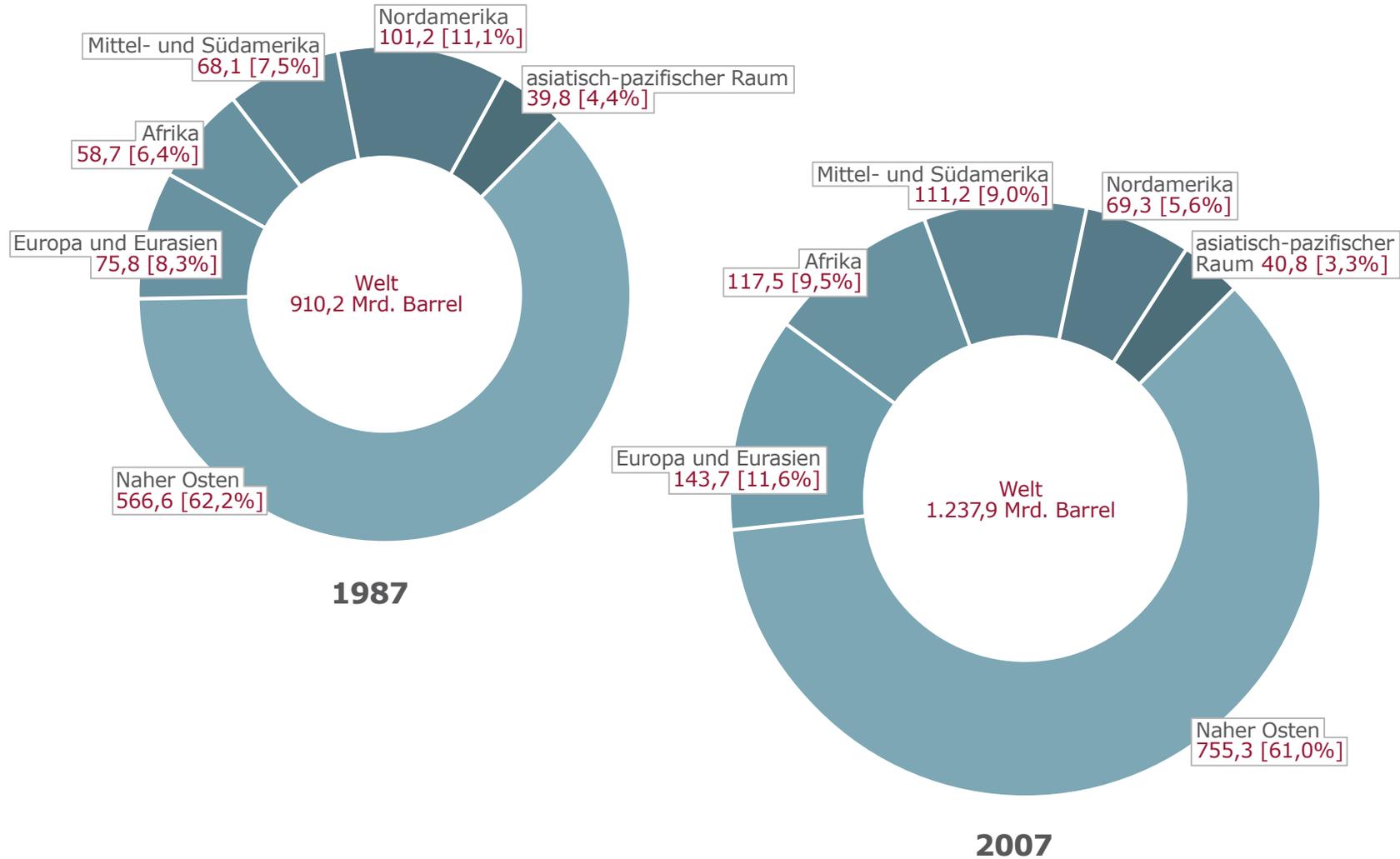
* nach BGR: Förderverläufe nach den Prognosen der Wissenschaftler P.R. Odell und J.D. Edwards sowie der Association for Study of Peak Oil and Gas (ASPO).

** 1 Gigatonne (Gt) = 1.000.000.000 t

Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR): Energierohstoffe 2009

Verteilung der nachgewiesenen Erdöl-Reserven

In Milliarden Barrel und Anteile in Prozent, 1987 und 2007



Quelle: British Petroleum (BP): Statistical Review of World Energy 2008
 Lizenz: Creative Commons by-nc-nd/3.0/de
 Bundeszentrale für politische Bildung, 2009, www.bpb.de



■ Verteilung der nachgewiesenen Erdöl-Reserven

■ Fakten

Die weltweit nachgewiesenen Erdöl-Reserven haben sich von 910 Milliarden Barrel im Jahr 1987 über 1.069 Milliarden Barrel 1997 auf 1.238 Milliarden Barrel im Jahr 2007 erhöht. Dabei verfügt keine Region der Welt über so große Erdöl-Reserven wie der Nahe Osten – im Jahr 2007 lag der Anteil an den weltweiten Reserven bei mehr als 60 Prozent. Mit weitem Abstand folgten Europa und Eurasien mit einem Anteil von 11,6 Prozent, Afrika mit 9,5 sowie Mittel- und Südamerika mit 9,0 Prozent. Bezogen auf die einzelnen Staaten hatten Saudi-Arabien (21,3 Prozent), Iran (11,2 Prozent) und Irak (9,3 Prozent) die höchsten Anteile an den weltweiten Erdöl-Reserven.

Angesichts der absoluten Erhöhung der Erdöl-Reserven in der Vergangenheit kann schnell übersehen werden, dass die Neufunde abnehmen und die ursprünglichen Reserven von Erdölfunden – auch aus weiter zurückliegenden Jahren – durch Neubewertungen jährlich nach oben korrigiert werden. Zudem ist parallel der Ölverbrauch beständig gestiegen – zwischen 1965 und 2007 um gut 157 Prozent auf rund 31 Milliarden Barrel pro Jahr. Allerdings hat sich der Ölverbrauch seit 2007 stabilisiert – dies nicht zuletzt wegen der Erhöhung des Anteils von Gas und Kohle am Energieverbrauch.

Nach Berechnungen des Energiekonzerns British Petroleum (BP), bei denen die Erdöl-Reserven des Jahres 2007 in Beziehung zur Produktion gesetzt werden, dauert es unter sonst gleichbleibenden Bedingungen und ohne Neufunde bzw. Neubewertungen nur noch 41,6 Jahre bis die Reserven komplett aufgebraucht sind. 1981 lag dieser Wert noch zehn Jahre niedriger. Zusätzliche Ölfunde sowie technische

und wirtschaftliche Neubewertungen haben den Wert bis Ende der 1980er-Jahre auf mehr als 40 Jahre steigen lassen – diese Marke wurde seitdem nur einmal unterschritten (1998: 39,8 Jahre).

Könnten die einzelnen Regionen ausschließlich auf die eigenen Reserven des Jahres 2007 zurückgreifen, würde es – ausgehend von dem Verbrauch des Jahres 2007 – keine 8 Jahre dauern, bis ganz Nordamerika ohne Öl auskommen müsste. Im asiatisch-pazifischen Raum wären es sogar nur viereinhalb Jahre, in der Region Europa und Eurasien knapp 20 Jahre – die EU käme dabei allerdings nur ein gutes Jahr mit ihren Reserven aus. Lediglich der ölreiche Nahe Osten müsste erst in rund 334 Jahren unabhängig vom Öl sein.

Werden nur die Ölreserven aus Neuentdeckungen dem jeweils aktuellen Jahr zugeschrieben und die Zuwächse bei bereits entdeckten Lagerstätten auf das jeweilige Fundjahr zurückdatiert ('Back Dating'), dann nehmen die Meldungen von Neufunden seit Anfang der 1960er-Jahre ab. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) legt in diesem Zusammenhang die Interpretation nahe, dass seit den 1980er-Jahren mehr Erdöl verbraucht als neu gefunden wird.

Kritische Stimmen, wie beispielsweise der Politikwissenschaftler Elmar Altvater, weisen zudem darauf hin, dass die Zahlen der Energiekonzerne als zu optimistisch angesehen werden können. Da sich die Höhe der Reserven positiv auf die Bilanzen und damit den Börsenwert der Unternehmen auswirkt, sei die Versuchung groß, im Zweifelsfall von höheren Reserven auszugehen.

■ **Verteilung der nachgewiesenen Erdöl-Reserven**

Weiter hätten auch die Förderländer von Erdöl ein Interesse an hohen Reserven: Während die Staaten der OPEC das Vordringen alternativer Energien eindämmen wollen, möchten die Förderländer außerhalb der OPEC als ölfreiche Alternative zu den OPEC-Staaten in Erscheinung treten. Das Fazit der Kritiker lautet, dass objektive Daten über die Ölreserven fehlen, da die vorhandenen Angaben in einem Umfeld ökonomischer und politischer Interessen gemacht werden.

■ **Datenquelle**

British Petroleum (BP): Statistical Review of World Energy 2008

■ **Begriffe, methodische Anmerkungen oder Lesehilfen**

Zu den nachgewiesenen Erdöl-Reserven zählen im Allgemeinen Mengen, die nach geologischen und ingenieurtechnischen Informationen aller Wahrscheinlichkeit nach aus den heute bekannten Vorkommen und unter den derzeitigen wirtschaftlichen und technischen Bedingungen künftig gefördert werden können.

Von den Reserven sind grundsätzlich die Ressourcen zu unterscheiden. Ressourcen sind zum einen die nachgewiesenen, aber derzeit technisch und/oder wirtschaftlich nicht gewinnbaren Mengen an Energierohstoffen, zum anderen die nicht nachgewiesenen, aber geologisch möglichen, künftig gewinnbaren Mengen an Energierohstoffen.

OPEC – Organization of the Petroleum Exporting Countries
(Organisation erdölexportierender Länder)

Eine (metrische) Tonne Rohöl entspricht 7,33 Barrel.

■ Verteilung der nachgewiesenen Erdöl-Reserven

In absoluten Zahlen und Anteile in Prozent, 1987, 1997 und 2007*

	Erdöl-Reserven, in Mrd. Barrel		
	1987	1997	2007
Welt	910,2	1.069,3	1.237,9
Naher Osten	566,6	683,2	755,3
Europa und Eurasien	75,8	88,0	143,7
Afrika	58,7	75,3	117,5
Mittel- und Südamerika	68,1	93,4	111,2
Nordamerika	101,2	89,0	69,3
asiatisch-pazifischer Raum	39,8	40,4	40,8

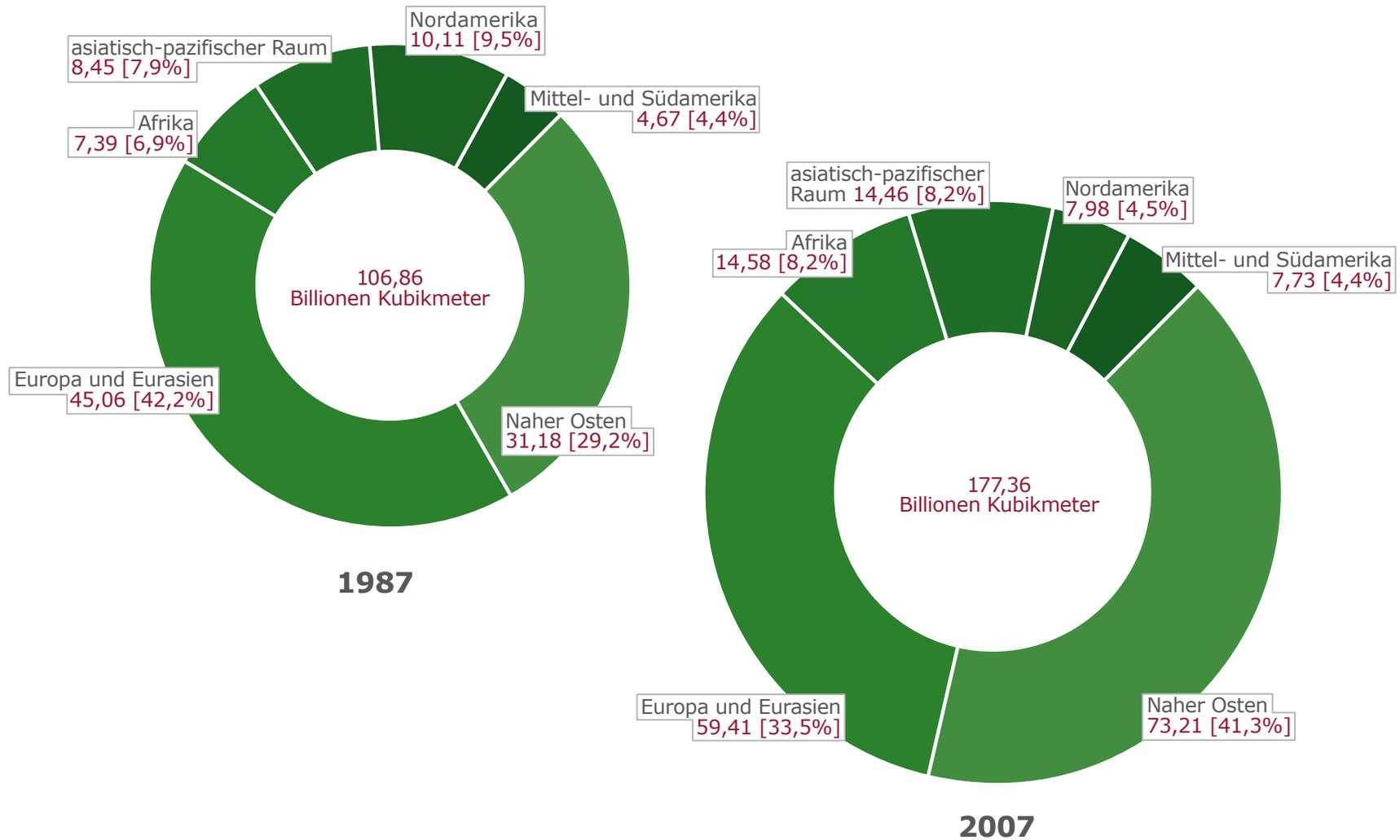
	Anteile an den weltweiten Reserven, in Prozent		
	1987	1997	2007
Welt**	100,0	100,0	100,0
Naher Osten	62,2	63,9	61,0
Europa und Eurasien	8,3	8,2	11,6
Afrika	6,4	7,0	9,5
Mittel- und Südamerika	7,5	8,7	9,0
Nordamerika	11,1	8,3	5,6
asiatisch-pazifischer Raum	4,4	3,8	3,3

* jeweils Jahresende

** Abweichungen rundungsbedingt

Verteilung der nachgewiesenen Erdgas-Reserven

In Billionen Kubikmeter und Anteile in Prozent, 1987 und 2007



Quelle: British Petroleum (BP): Statistical Review of World Energy 2008
 Lizenz: Creative Commons by-nc-nd/3.0/de
 Bundeszentrale für politische Bildung, 2009, www.bpb.de



■ Verteilung der nachgewiesenen Erdgas-Reserven

■ Fakten

Die weltweit nachgewiesenen Erdgas-Reserven haben sich von 106,9 Billionen Kubikmeter im Jahr 1987 über 146,5 Billionen Kubikmeter 1997 auf 177,4 Billionen Kubikmeter im Jahr 2007 erhöht. Im Jahr 2007 verfügten der Nahe Osten (41,3 Prozent) sowie Europa und Eurasien (33,5 Prozent) über die mit Abstand größten Anteile an den weltweiten Erdgas-Reserven. Während sich im asiatisch-pazifischen Raum und in Afrika noch gut 8 Prozent der Erdgas-Reserven befanden, hatten Nordamerika sowie Mittel- und Südamerika im Jahr 2007 lediglich einen Anteil von jeweils etwa 4,5 Prozent an den Erdgas-Reserven. Bezogen auf die einzelnen Staaten hatten Russland (25,2 Prozent), Iran (15,7 Prozent) und Katar (14,4 Prozent) die höchsten Anteile an den weltweiten Erdgas-Reserven.

Angesichts der absoluten Erhöhung der Erdgas-Reserven darf nicht übersehen werden, dass in den Jahren 1995 bis 2008 die durchschnittliche Wachstumsrate des Erdgasverbrauchs über der durchschnittlichen Wachstumsrate der Erdgas-Reserven lag. Zwischen 1995 und 2008 erhöhte sich der Verbrauch von Erdgas um knapp 42 Prozent auf 3.018,7 Milliarden Kubikmeter pro Jahr. Noch liegt die jährliche Entnahmemenge unter dem Zuwachs der Reserven, aber mittelfristig kann auch das Erdgas die Endlichkeit des Erdöls nicht kompensieren. Zudem stellt der Verbrauch von Erdgas keine klimapolitische Alternative dar.

Laut Berechnungen des Energiekonzerns British Petroleum (BP), bei denen die Erdgas-Reserven des Jahres 2007 auf die jährliche Produktion bezogen werden, dauert es unter sonst gleichbleibenden Bedingungen und ohne eine Veränderung der Reserven nur noch etwa 60 Jahre bis die Erdgas-Reserven komplett aufgebraucht sind. 1980 lag dieser Wert mit knapp 57 Jahren zwar noch niedriger, aber seit dem bisherigen Höchstwert von rund 69 Jahren im Jahr 2001 ist der Wert jedes Jahr gesunken.

Könnten die einzelnen Regionen lediglich auf die eigenen Reserven des Jahres 2007 zurückgreifen, würde es – ausgehend von dem Verbrauch des Jahres 2007 – nur zehn Jahre dauern, bis ganz Nordamerika ohne Gas auskommen müsste. Im asiatisch-pazifischen Raum wären es etwa 32 Jahre, in Europa und Eurasien, vor allem wegen der russischen Erdgas-Reserven, gut 51 Jahre. Die EU käme allerdings nur knapp sechs Jahre mit ihren Reserven aus. Der Nahe Osten könnte mit seinen Reserven noch rund 245 Jahre gleichbleibend viel Erdgas verbrauchen, Afrika immerhin fast 175 Jahre.

■ Datenquelle

British Petroleum (BP): Statistical Review of World Energy 2008



■ **Verteilung der nachgewiesenen Erdgas-Reserven**

■ **Begriffe, methodische Anmerkungen oder Lesehilfen**

Zu den nachgewiesenen Erdgas-Reserven zählen im Allgemeinen Mengen, die nach geologischen und ingenieurtechnischen Informationen aller Wahrscheinlichkeit nach aus den heute bekannten Vorkommen und unter den derzeitigen wirtschaftlichen und technischen Bedingungen künftig gefördert werden können.

Von den Reserven sind grundsätzlich die Ressourcen zu unterscheiden. Ressourcen sind zum einen die nachgewiesenen, aber derzeit technisch und/oder wirtschaftlich nicht gewinnbaren Mengen an Energierohstoffen, zum anderen die nicht nachgewiesenen, aber geologisch möglichen, künftig gewinnbaren Mengen an Energierohstoffen.

■ Verteilung der nachgewiesenen Erdgas-Reserven

In absoluten Zahlen und Anteile in Prozent, 1987, 1997 und 2007*

	Erdgas-Reserven, in Billionen Kubikmeter		
	1987	1997	2007
Welt**	106,86	146,46	177,36
Naher Osten	31,18	49,53	73,21
Europa und Eurasien	45,06	61,02	59,41
Afrika	7,39	10,62	14,58
asiatisch-pazifischer Raum	8,45	10,73	14,46
Nordamerika	10,11	8,34	7,98
Mittel- und Südamerika	4,67	6,21	7,73

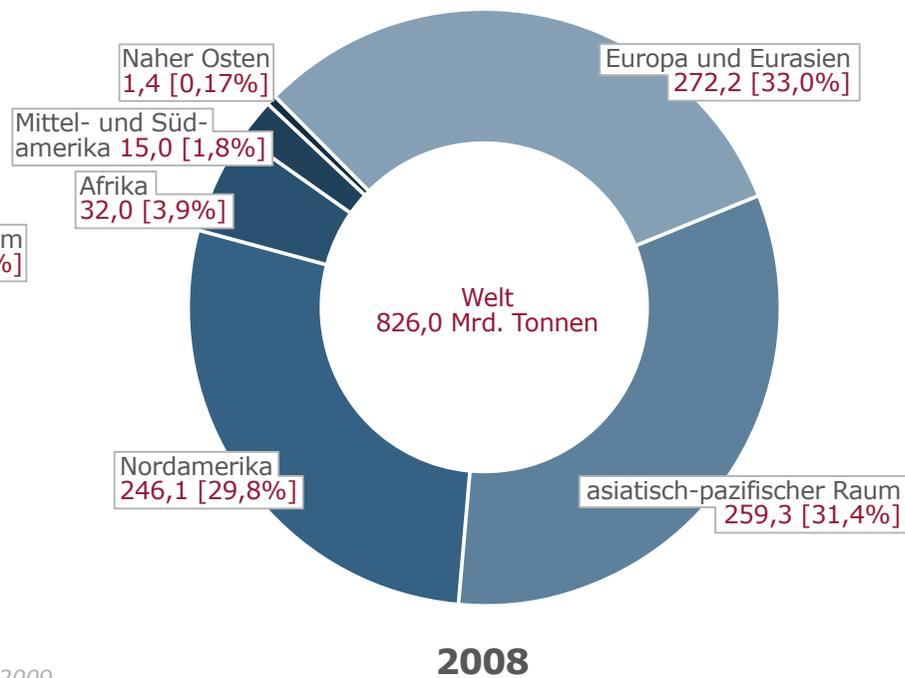
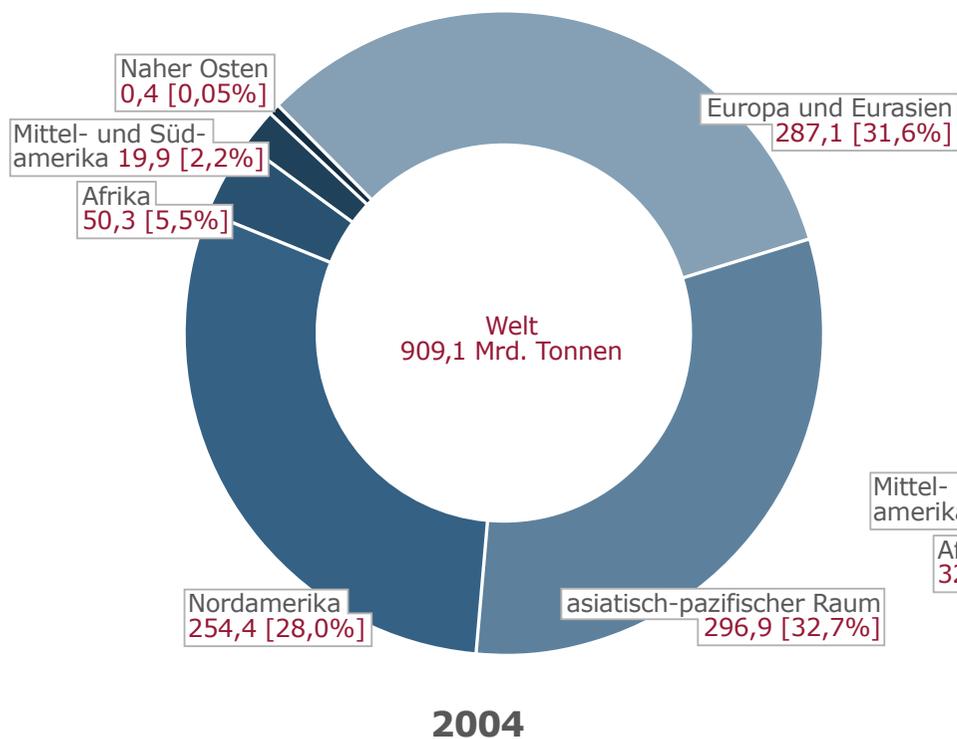
	Anteile an den weltweiten Reserven, in Prozent		
	1987	1997	2007
Welt**	100,0	100,0	100,0
Naher Osten	29,2	33,8	41,3
Europa und Eurasien	42,2	41,7	33,5
Afrika	6,9	7,3	8,2
asiatisch-pazifischer Raum	7,9	7,3	8,2
Nordamerika	9,5	5,7	4,5
Mittel- und Südamerika	4,4	4,2	4,4

* jeweils Jahresende

** Abweichungen rundungsbedingt

■ Verteilung der nachgewiesenen Kohle-Reserven

In Milliarden Tonnen und Anteile in Prozent, 2004 und 2008



Quelle: British Petroleum (BP): Statistical Review of World Energy 2005, 2009
 Lizenz: Creative Commons by-nc-nd/3.0/de
 Bundeszentrale für politische Bildung, 2009, www.bpb.de



■ Verteilung der nachgewiesenen Kohle-Reserven

■ Fakten

Nach Angaben des Energiekonzerns British Petroleum (BP) stieg der weltweite Verbrauch von Primärenergie zwischen 1980 und 2008 von knapp 6.650 auf rund 11.300 Millionen Tonnen Öläquivalent. Nach Öl ist Kohle dabei durchgehend der wichtigste Energieträger – noch vor Erdgas, Wasserkraft und Kernenergie. Im Jahr 2008 hatte Kohle einen Anteil von 29,2 Prozent am gesamten Primärenergie-Verbrauch.

Regional ist die Bedeutung der Kohle teilweise noch höher: Die Region Asien-Pazifik deckte 2008 mehr als die Hälfte ihres Primärenergiebedarfs durch Kohle ab (51,0 Prozent). In keiner anderen Region war der Anteil eines einzelnen Energieträgers höher. Zudem lag der Anteil der Region Asien-Pazifik am weltweiten Kohleverbrauch bei 61,5 Prozent – keine andere Region hat einen vergleichbar hohen Anteil am Verbrauch eines einzelnen Energieträgers. Allein China war im Jahr 2008 für 42,6 Prozent des weltweiten Kohleverbrauchs verantwortlich. Mit deutlichem Abstand folgten die USA (17,1 Prozent) und Indien (7,0 Prozent).

Nachdem der Kohleverbrauch zwischen 1980 und 1990 um 23,5 Prozent gestiegen war (Gas: plus 36,5 Prozent, Öl: plus 5,7 Prozent), erhöhte er sich von 1990 bis 2000 um lediglich 4,7 Prozent (Gas: plus 23,6 Prozent, Öl: plus 12,8 Prozent). Danach setzte allerdings eine rasante Steigerung des Kohleverbrauchs ein: Zwischen 2000 und 2008 nahm der Verbrauch um 41,3 Prozent zu (Gas: plus 24,6 Prozent, Öl: plus 10,6 Prozent). Entsprechend stieg der Anteil der Kohle am weltweiten Primärenergie-Verbrauch zwischen 2000 und 2008 um 4,0 Pro-

zentpunkte auf 29,2 Prozent. Einen höheren Anteil am Primärenergie-Verbrauch hatte die Kohle zuletzt Anfang der 1970er-Jahre.

Die weltweit nachgewiesenen Kohle-Reserven reduzierten sich zwischen 2004 und 2008 von 909 auf 826 Milliarden Tonnen – das entsprach einem Minus von 9,1 Prozent. Im asiatisch-pazifischen Raum war der absolute Rückgang mit 37,6 Milliarden Tonnen am höchsten (minus 12,7 Prozent). Es folgten Afrika mit 18,3 Milliarden Tonnen (minus 36,4 Prozent) und Europa und Eurasien mit 14,8 Milliarden Tonnen (minus 5,2 Prozent). Die einzige Region, in der sich die Reserven erhöhten, war der Nahe Osten (plus 230,8 Prozent) – allerdings war das Ausgangsniveau mit 0,4 Milliarden Tonnen sehr niedrig.

Laut Berechnungen von BP, bei denen die Kohle-Reserven des Jahres 2008 auf die jährliche Produktion bezogen werden, dauert es unter sonst gleichbleibenden Bedingungen und ohne eine Veränderung der Reserven noch etwa 122 Jahre bis die Kohle-Reserven komplett aufgebraucht sind. 2006 lag dieser Wert noch bei 147 Jahren, 2004 noch bei 164 Jahren. Diese massiven Veränderungen in wenigen Jahren zeigen, dass längerfristig auch Kohle nicht die Endlichkeit von Erdöl und Erdgas kompensieren kann. Zudem stellt auch sie keine klimapolitische Alternative dar.

■ Datenquelle

British Petroleum (BP): Statistical Review of World Energy, verschiedene Jahrgänge



Verteilung der nachgewiesenen Kohle-Reserven

▪ Begriffe, methodische Anmerkungen oder Lesehilfen

Zu den nachgewiesenen Kohle-Reserven zählen im Allgemeinen Mengen, die nach geologischen und ingenieurtechnischen Informationen aller Wahrscheinlichkeit nach aus den heute bekannten Vorkommen und unter den derzeitigen wirtschaftlichen und technischen Bedingungen künftig gefördert werden können.

Von den Reserven sind grundsätzlich die Ressourcen zu unterscheiden. Ressourcen sind zum einen die nachgewiesenen, aber derzeit technisch und/oder wirtschaftlich nicht gewinnbaren Mengen an Energierohstoffen, zum anderen die nicht nachgewiesenen, aber geologisch möglichen, künftig gewinnbaren Mengen an Energierohstoffen.

Primärenergie ist die von noch nicht weiterbearbeiteten Energieträgern stammende Energie. Primärenergieträger sind zum Beispiel Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdgas, Wasser, Wind, Kernbrennstoffe, Solarstrahlung und so weiter. Aus der Primärenergie wird durch Aufbereitung zum Beispiel in Kraftwerken oder Raffinerien die Endenergie (Sekundärenergie). Die Form der Energie, in der sie tatsächlich vom Anwender verwendet wird, wird Nutzenergie genannt. Ein Beispiel: Rohöl (Primärenergie) wird zu Heizöl (Endenergie/Sekundärenergie) und wird zu Wärme (Nutzenergie).

Die hier gemachten Angaben zum Verbrauch von Primärenergie beziehen sich ausschließlich auf Öl, Kohle, Erdgas, Wasserkraft und Kernenergie. Brennstoffe wie Holz, Torf oder tierische Abfälle sowie Windenergie, Geothermie und Solarenergie gehören ebenfalls zur Primärenergie, sie wurden hier aber nicht statistisch erfasst.

Um den Verbrauch von Öl, Kohle, Erdgas, Wasserkraft und Kernenergie vergleichbar zu machen, wird der jeweilige Verbrauch auf den wichtigsten Brennstoff Öl bezogen und äquivalent (gleichwertig) in „Mio. Tonnen Öl“ umgerechnet.



Verteilung der nachgewiesenen Kohle-Reserven

In absoluten Zahlen und Anteile in Prozent, 2004 und 2008*

	Kohle-Reserven, in Milliarden Tonnen	
	2004	2008
Welt	909,1	826,0
Europa und Eurasien	287,1	272,2
asiatisch-pazifischer Raum	296,9	259,3
Nordamerika	254,4	246,1
Afrika	50,3	32,0
Mittel- und Südamerika	19,9	15,0
Naher Osten	0,4	1,4

	Anteile an den weltweiten Reserven, in Prozent	
	2004	2008
Welt	100,0	100,0
Europa und Eurasien	31,6	33,0
asiatisch-pazifischer Raum	32,7	31,4
Nordamerika	28,0	29,8
Afrika	5,5	3,9
Mittel- und Südamerika	2,2	1,8
Naher Osten	0,05	0,17

* jeweils Jahresende

Quelle: British Petroleum (BP): Statistical Review of World Energy 2005, 2009