

Bräuninger, Michael; Matthies, Klaus

Article — Published Version

## Langfristige Entwicklungen auf dem Markt für Energierohstoffe

Wirtschaftsdienst

*Suggested Citation:* Bräuninger, Michael; Matthies, Klaus (2005) : Langfristige Entwicklungen auf dem Markt für Energierohstoffe, Wirtschaftsdienst, ISSN 0043-6275, Springer, Heidelberg, Vol. 85, Iss. 8, pp. 528-533,  
<http://dx.doi.org/10.1007/s10273-005-0412-9>

This Version is available at:

<http://hdl.handle.net/10419/42492>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

Michael Bräuninger, Klaus Matthies

# Langfristige Entwicklungen auf dem Markt für Energierohstoffe

*Die Preise für Energierohstoffe sind derzeit auf einem historischen Höchststand. Diese Entwicklung ist wesentlich auf den Nachfrageanstieg aus den asiatischen Schwellenländern zurückzuführen. Wird sich dieser Trend steigender Preise bei begrenzt verfügbaren Rohstoffreserven weiter fortsetzen?*

Die langfristige Entwicklung der Preise für Energierohstoffe ist nicht nur für die strategische Ausrichtung von verschiedenen Politikbereichen, wie z.B. die Energie- und Verkehrspolitik entscheidend, sondern auch für langfristige Investitions- und Anlageentscheidungen. In der Berenberg-HWWI-Studie<sup>1</sup> werden verschiedene Szenarien für mögliche langfristige Entwicklungen auf den Märkten für Energierohstoffe aufgezeigt. Hier wird das Basisszenario für die Entwicklung bis zum Jahr 2030 dargestellt.

## Energieverteuerung seit 1970

Die Weltmarktpreise für Energieträger haben sich im Jahr 2004 deutlich nach oben bewegt. Preisbewegungen, wie wir sie seit Ende der 1990er Jahre bei Öl und Kohle erleben, sind allerdings nichts Neues. Heftige Preisausschläge sind geradezu ein Kennzeichen vieler Rohstoffmärkte (vgl. Abbildung 1). Der Ölpreis hat sich im Zuge der beiden Ölpreiskrisen zunächst vervierfacht (1973/74) und schließlich insgesamt verzwölfacht (bis 1980). Grund dafür war die Verknappung des Angebots. In den 1980er Jahren gab es dann einen deutlichen Rückgang der Ölpreise. Den Anstoß dazu gab Saudi-Arabien Ende 1985 mit der Entscheidung, die restriktive Produktionspolitik aufzugeben und die Fördermengen – ohne Abstimmung mit den anderen OPEC-Mitgliedern – deutlich zu erhöhen. Abgesehen von der Ölpreisexplosion im Jahr 1990 im Zusammenhang mit der Besetzung Kuwaits durch die irakische Armee sind auch die 1990er Jahre durch relativ niedrige Ölpreise gekennzeichnet. Ein Preissturz auf 10 US-\$ je Barrel Ende 1998 im Gefolge der Asienkrise und eine Fehleinschätzung der Ölnachfrage durch die OPEC läutete das Ende der Niedrigpreisphase ein. Mit einer erhöhten Produktionsdisziplin erreichten die

OPEC-Länder zum Ende des Jahrzehnts rasch einen deutlichen Anstieg der Ölpreise. Krisenhafte Entwicklungen in den Ölförderländern, vor allem im Nahen Osten, sowie eine deutliche Zunahme der Weltölnachfrage führten schließlich zum historischen Höchststand im Jahr 2005<sup>2</sup>.

Die Preise für international gehandelte Kohle zeigen einen ähnlichen Verlauf wie die Ölpreise, mit einer starken Erhöhung in den 1970er Jahren, die Anfang der 1980er Jahre nur teilweise korrigiert wurden. Nach der Hochpreisperiode bewegten sich die Kohlepreise zwei Jahrzehnte auf relativ niedrigem Niveau (etwa 30-40 US-\$ pro Tonne). Ein erneuter Anstieg, bei dem etwa das Niveau zu Beginn der 1980er Jahre erreicht wurde, erfolgte erst wieder im Jahr 2004.

Der Anstieg der Energiepreise seit Beginn der 1970er Jahre fällt weit weniger drastisch aus, wenn er in Beziehung zu anderen Preisen gesetzt wird (vgl. Abbildung 2). Die so berechneten realen Energiepreise haben die Höchststände der 1980er Jahre noch nicht wieder erreicht.

## Zunehmender Energieverbrauch

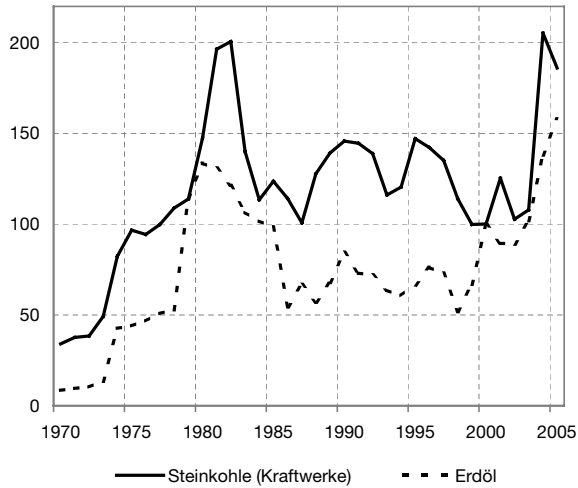
Der globale Energieverbrauch hat sich seit 1970 nahezu verdoppelt (vgl. Abbildung 3). Den mit Abstand größten Anteil am Energieverbrauch hat heute Erdöl. Öl hat im Laufe der sechziger Jahre Kohle als wichtigsten Energieträger abgelöst. Anfang der 1970er Jahre trug Öl knapp die Hälfte zum kommerziellen Weltenergieverbrauch bei. Mittlerweile hat sich der

<sup>1</sup> Berenberg-Bank/Hamburgisches Weltwirtschaftsinstitut HWWI: Strategie 2030 – Energierohstoffe, Hamburg 2005.

<sup>2</sup> Eine statistische Analyse der Preisentwicklung auf Rohstoffmärkten über das letzte Jahrhundert findet sich in P. Cashin, H. Liang, C.J. McDermott: How Persistent are Shocks to World Commodity Prices, IMF Staff Papers 47(2), 2000, S. 177-217. Vgl. außerdem P. Cashin, C.J. McDermott: The Long-Run Behavior of Commodity Prices: Small Trends and Big Variability, IMF Staff Papers 49(2), 2002, S. 175-199. Als wesentliches Ergebnis zeigen diese Studien, dass die realen Rohstoffpreise im Trend leicht fallend sind. Dabei hat die Variabilität deutlich zugenommen. Eine zeitreihenanalytische Untersuchung von Öl-, Gas- und Kohlepreisen über Zeitspannen von bis zu 127 Jahren findet sich in R.S. Pindyck: The Long-Run Evolution of Energy Prices, in: The Energy Journal 20(2), 1999, S. 1-27.

*PD Dr. Michael Bräuninger, 42, ist Referent für Öffentliche Finanzen beim Schwerpunkt Konjunktur und Rohstoffmärkte im Hamburgischen Welt-Wirtschafts-Archiv (HWWA); Klaus Matthies, 58, Dipl.-Volkswirt, ist dort Referent für Rohstoffpreise.*

**Abbildung 1**  
**Entwicklung der Energiepreise<sup>1</sup>**  
(Index 2000 = 100)



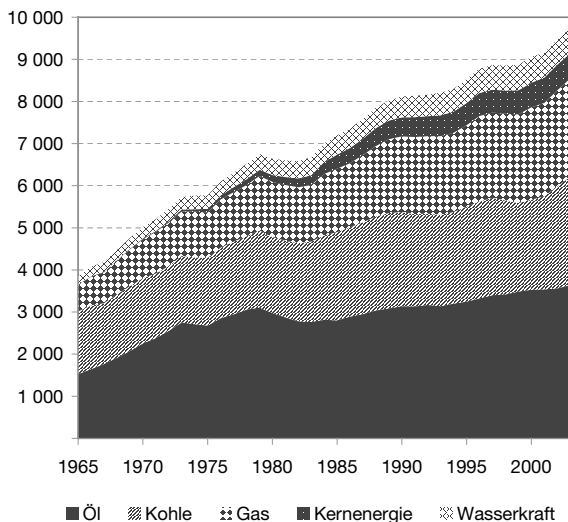
<sup>1</sup> Jahreswerte; für 2005: 1. Halbjahr.

Quelle: HWWA-Index.

Ölanteil auf 37% vermindert, während Kohle noch ein Viertel zum Verbrauch beiträgt. Erdgas hat seinen Anteil am Energieverbrauch im Lauf der Zeit auf ebenfalls ein Viertel gesteigert. Den verbleibenden Rest (12%) teilen sich Wasserkraft und Kernenergie.

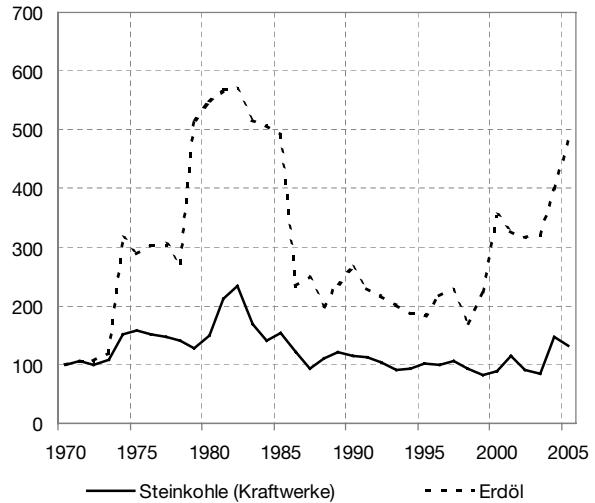
Der Anstieg des Weltenergieverbrauchs verringerte sich im Zeitablauf von 2,8% in den 1970er Jahren auf 1,4% seit 1990. Ein Grund für diese Verlangsamung war die Reaktion auf die Verteuerung und Verknappung

**Abbildung 3**  
**Energiemix im Zeitverlauf**  
(in Mio. Tonnen Öläquivalent)



Quelle: BP: BP Statistical Review of World Energy, Juni 2005; London <http://www.bp.com>.

**Abbildung 2**  
**Entwicklung der realen Energiepreise<sup>1</sup>**  
(Index 1970 = 100)



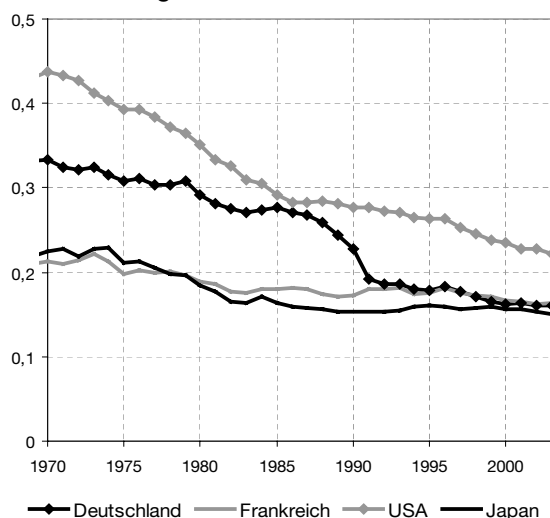
<sup>1</sup> Deflationiert mit dem Preisindex für Exporte von Industriewaren.

Quelle: HWWA-Index.

der Energieträger in Form von Einsparungs- und Substitutionsbemühungen. In den OECD-Ländern ging die jährliche Verbrauchszunahme von 1,7% in den 1970er Jahren auf 1% in 1980er Jahren zurück. Seitdem erhöhte sich die Rate allerdings wieder. In den Entwicklungsländern, deren Energieverbrauch generell deutlich rascher zunimmt als der in den Industrieländern, zeigt sich eine entsprechende, bis in die 1990er Jahre anhaltende Abwärtstendenz. In den 1990er Jahren trug die Auflösung der Sowjetunion, die eine Verminderung des dortigen Energieverbrauchs um ein Drittel zur Folge hatte, zu einer langsameren Entwicklung des Weltenergieverbrauchs bei. Die Reaktion auf die Energieverteuerung der 1970er Jahre wird auch in der Entwicklung der Energie- und Ölintensitäten deutlich (vgl. Abbildung 4).

Die USA haben über den gesamten Zeitraum die deutlich höchste Energieintensität der Produktion. Außerdem zeigt Abbildung 4, dass die Energieintensitäten auf den Energiepreis reagieren. Dabei findet die Reaktion mit erheblicher zeitlicher Verzögerung statt: Während der Energieverbrauch je Einheit des realen Bruttosozialprodukts im Anschluss an die erste Ölpreiskrise zunächst kaum zurückgegangen ist, ergibt sich nach dem zweiten Ölpreisschock ab Anfang der 1980er Jahre eine Entkoppelung von Energieverbrauch und Produktion. Diese wurde zwar im Lauf der Zeit schwächer, hält aber bis heute an. Die verzögerte Verbrauchsreaktion ergibt sich daraus, dass sich viele Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz erst verzögert in niedrigerem Verbrauch niederschlagen:

**Abbildung 4**  
Energieintensität im Zeitverlauf<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Mio. Tonnen Öläquivalent je Mrd. US-\$ BIP.

Quelle: BP, OECD, eigene Berechnungen.

Erst nach einer gewissen Zeit werden langlebige Konsumgüter (z.B. Autos, Waschmaschinen usw.) und auch industrielle Fertigungsanlagen durch neue Modelle mit niedrigerem Energieverbrauch ersetzt.

#### Reichliche Reserven

Die Energieversorgung erfolgt gegenwärtig in erster Linie mit den fossilen Brennstoffen Erdöl, Kohle und Erdgas. Die Reserven dieser Rohstoffe sind, anders als die erneuerbaren Energien, endlich. Allerdings bedeutet dies nicht, dass sie oder manche von ihnen in den nächsten 30 Jahren nicht mehr verfügbar sind (Tabelle 1).

Aus dem Verhältnis von Reserven zu aktuellem Verbrauch ergibt sich die statistische Reichweite des jeweiligen Rohstoffs. Sofern keine neuen Reserven erschlossen würden und der Verbrauch auf dem derzeitigen Niveau verbliebe, würden die Ölvorräte über 40 Jahre, die Gasvorräte über 60 Jahre und die Kohlevorräte fast zwei Jahrhunderte reichen.

Die Veränderung der statistischen Reichweite im Zeitablauf verdeutlicht, dass diese sehr wenig über die tatsächliche Reichweite aussagt: Seit 1983 ist der Jahresverbrauch von Öl um 35% und der von Gas um nahezu 75% gestiegen, doch die Reserven sind trotz des zunehmenden Verbrauchs ebenfalls um 60% bzw. 90% gestiegen. Als Folge dieser Entwicklung hat sich die statistische Reichweite deutlich erhöht.

Der Umfang der globalen Kohlereserven hat sich nach Angaben des World Energy Council gegenüber

**Tabelle 1**  
Reserven und Verbrauch fossiler Energierohstoffe

	Erdöl <sup>1</sup>	Erdgas <sup>2</sup>	Kohle <sup>3</sup>
<b>1983</b>			
Reserven	723,0	92,7	
Verbrauch	21,1	1,5	
Reichweite in Jahren	34	62	
<b>1993</b>			
Reserven	1023,6	141,1	
Verbrauch	24,3	2,1	
Reichweite in Jahren	42	68	
<b>2003</b>			
Reserven	1147,7	175,8	907,3
Verbrauch	28,5	2,6	4,9
Reichweite in Jahren	40	68	184

<sup>1</sup> Mrd. Barrel. <sup>2</sup> Billionen Kubikmeter. <sup>3</sup> Mrd. Tonnen.

Quellen: BP, WEC, IEA.

1980 kaum verändert<sup>3</sup>. Eine Addition der Kohlereserven entsprechend ihrem Energiegehalt stößt allerdings wegen der international nicht vereinheitlichten Klassifizierung der Sorten auf Schwierigkeiten. Die angegebene Reichweite ist daher bei Kohle wegen starker Qualitätsunterschiede weniger aussagefähig als für Gas und Öl.

Die genannten Größen sind wirtschaftlich ausbringbar gemeldete Reserven. Die Meldungen sind das Ergebnis von Explorationen und ihrer Bewertung – allerdings sind die Bewertungskriterien oft nicht nachprüfbar. So ist nicht auszuschließen, dass z.B. die beträchtliche Zunahme der Ölreserven im Nahen Osten in den 1980er Jahren „politisch“ überhöht ist. Auch die kürzlich vorgenommene Korrektur der Reserveangaben großer Mineralölgesellschaften, die zum Teil auf eine Kritik der US-Börsenaufsicht zurückging, hat Zweifel an der Verlässlichkeit der vorliegenden Angaben geweckt. Insgesamt bleibt aber festzuhalten, dass die Ölreserven in der Vergangenheit trotz zunehmenden Verbrauchs gewachsen sind. Grund dafür ist zum einen, dass durch Exploration neue Förderstätten entdeckt werden. Zum anderen erlaubt es technischer Fortschritt, bereits genutzte Ölfelder besser und zuvor nicht genutzte zusätzliche Lagerstätten rentabel auszubeuten. Sofern die Energiepreise steigen, werden bei gegebenem Stand des technischen Wissens weitere Lagerstätten rentabel. All dies spricht dafür, dass der Trend steigender Öl- und Gasvorräte auch in den nächsten drei Jahrzehnten anhalten kann. Ein Beispiel, das die Potentiale verdeutlicht, sind die nord- und südamerikanischen Lagerstätten von Ölsänden, Ölschiefern und Schwerstöl. Aus diesen war Öl bis in

<sup>3</sup> Vgl. World Energy Council: Survey of Energy Resources 2004; Weltenergiekonferenz: Survey of Energy Resources 1980.

jüngster Zeit nicht rentabel zu fördern. Daher gingen sie in der Regel nicht in die Reservenschätzungen für „konventionelles“ Öl ein<sup>4</sup>.

### **Annahmen für die Prognose**

In der Prognose wird unterstellt, dass sich die Energienachfrage kurzfristig proportional zur Weltproduktion entwickelt. Mittel- und langfristig kann die Rohstoffintensität der Produktion, als Reaktion auf Preisänderungen, verändert werden. Dabei werden Rohstoffe effizienter genutzt und in Teilen durch alternative Produkte ersetzt. Außerdem können besonders knapp werdende und deshalb im Preis steigende Rohstoffe durch andere weniger knappe Rohstoffe ersetzt werden. Auch unabhängig vom Preis werden neue Produkte und Verfahren entwickelt, die eine Reduktion des Rohstoffeinsatzes erlauben.

Das Angebot ist kurzfristig durch die vorhandenen Lagerstätten und Förderkapazitäten bestimmt. Im langfristigen Trend führt technischer Fortschritt dazu, dass die ökonomisch rentable Ausbeutung der Förderstätten steigt und dass weitere Förderstätten abbaubar werden. Zusätzlich können Preiserhöhungen dazu führen, dass neue Förderstätten erschlossen und rentabel werden.

Die historische Entwicklung hat gezeigt, dass der Preis verschiedentlich kurzfristig nach oben getrieben wurde. Die Ursachen dafür lagen zum einen in einer künstlichen Verknappung des Angebots durch die OPEC, zum anderen in deutlichen Nachfrageschwankungen. Nach solchen kurzfristigen Ausschlägen kehrt der Preis zu einem langfristigen Trend, der die Knappheitsverhältnisse widerspiegelt, zurück. Die Knappheitsverhältnisse manifestieren sich im Verhältnis der Reserven zum Verbrauch, also in der statistischen Reichweite.

### **Weiter kräftiger Verbrauchsanstieg**

Die Energienachfrage wird durch drei Komponenten bestimmt: das Wachstum der Produktion, den technischen Fortschritt und die Preisentwicklung. Zunächst wird die Produktion betrachtet. Bei konstantem technischen Wissen und konstanten Preisen wächst die Nachfrage nach Rohstoffen in einem festen Verhältnis zur Produktion. Die Rohstoffintensität ist also konstant. Für eine Prognose der Energierohstoffnachfrage ist eine Prognose der Weltproduktion notwendig.

Diese wird nach Ländergruppen differenziert vorgenommen.

Im langfristigen Trend sinkt allerdings das Verhältnis von Rohstoffeinsatz zu Produktion, d.h. die Rohstoffintensität geht zurück. Dieser Trend ergibt sich aus technischem Fortschritt, der die Effizienz des Energieeinsatzes erhöht. Für die Prognose wird angenommen, dass bei gegebenen Preisen der auf die Produktion bezogene Verbrauch von Öl, Kohle und Gas durch Effizienzsteigerungen um 0,5% pro Jahr sinkt. Da im Bereich der alternativen Energien besonders intensiv geforscht wird, werden für diese Effizienzsteigerungen von 1% pro Jahr angenommen. Der Trendverlauf der Verbrauchsintensitäten wird auch durch umwelt- und energiepolitische Rahmenbedingungen geprägt. Diese zielen auf einen verstärkten Einsatz von sauberen und regenerativen Energien. Deshalb ist angenommen, dass die Intensitäten von Gas, dessen Nutzung mit vergleichsweise niedrigen CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden ist, und alternativer Energie um 1% pro Jahr steigen, während die Kohleintensität um 0,5% pro Jahr sinkt. Dies führt dazu, dass die Kohlenachfrage sinkt, während die Gas- und alternative Energienachfrage steigt. Insgesamt führt diese Substitution zu einem Mehrverbrauch an Energie.

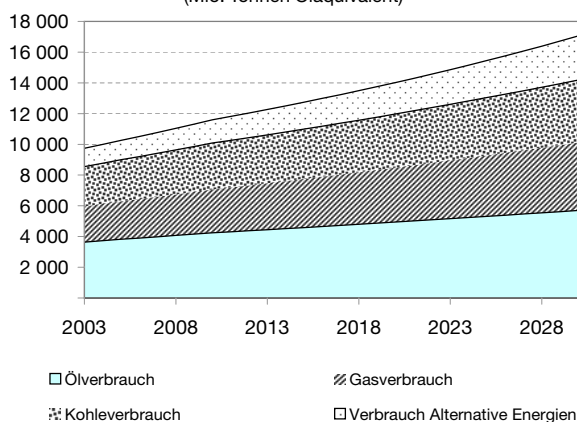
Die Energienachfrage reagiert auf Preisänderungen. In der Prognose wird davon ausgegangen, dass eine 10%ige Erhöhung des Preises von Öl, Gas oder Kohle zu einem Rückgang der auf die Produktion bezogenen Nachfrage um 2,5% führt. Außerdem wird erwartet, dass alternative Energien schneller eingeführt werden, wenn die Preise konventioneller Energien steigen. Konkret wird unterstellt, dass eine Erhöhung der Öl-, Gas- oder Kohlepreise um 10% einen Anstieg der auf die Produktion bezogenen Nachfrage nach alternativen Energien um 2,5% hervorruft.

Die Energiereserven eines Jahres entsprechen den Vorjahresreserven abzüglich des Energieverbrauchs im letzten Jahr, zuzüglich der durch Exploration hinzugewonnenen Reserven. Für die Prognose wird der Startwert der Reserven aus dem Jahr 2003 verwendet.

Die Verbrauchszahlen werden durch die Nachfrageschätzung in den jeweiligen Jahren bestimmt. Die Neufindungen sind durch die Explorationsaktivität der Förderfirmen bestimmt. Die Explorationsaktivität ist grundsätzlich vom Preis abhängig: je höher der Preis, desto größer der Anreiz, neue Rohstofffelder zu erschließen. Allerdings ist der Zusammenhang zwischen Preis und Neufindungen in den Daten der letzten Jahrzehnte nicht eindeutig zu identifizieren. Deshalb wird

<sup>4</sup> Die verwendete Statistik von Öreserven basiert auf M. Radler: Crude Oil Production Climbs as Reserves Post Modest Rise, in: Oil & Gas Journal, 20.12.2004, S. 18-23. Eine Untersuchung des Reservepotentials auf Basis von Ölschiefer und -sänden findet sich in: H.G. Babiés: Ölsande in Kanada – Eine Alternative zum konventionellen Erdöl?, in: Commodity Top News, Nr. 20, 2003, <http://www.bgr.de/b121/ctn2003.pdf>.

**Abbildung 5**  
**Energiemix im Zeitverlauf**  
(Mio. Tonnen Öläquivalent)



auf eine direkte Modellierung dieses Zusammenhangs verzichtet, die Neufindungen werden mit einem Trend fortgeschrieben<sup>5</sup>. Der Trendverlauf der Neufindungen von Öl impliziert, dass die Neufindungen bis zum Jahr 2010 um 9% und bis zum Jahr 2030 um 20% zurückgehen. Im Jahr 2003 entsprechen die Neufindungen 2,4% der Reserven. Die Neufindungen im Jahr 2010 entsprechen dann noch 2,2% der Reserven des Jahres 2003. Bis zum Jahr 2030 geht diese Quote auf 0,5% zurück. Im Gegensatz zum Öl wird für die Gasfunde ein weitgehend konstanter Verlauf unterstellt. Für die Kohlereserven und -findungen bestehen keine kohärenten historischen Zeitreihen. Die derzeitigen Kohlereserven haben bei einer geschätzten statistischen Reichweite von etwa 200 Jahren ein Niveau, bei dem für den Prognosezeitraum keine Beschränkungen zu erwarten sind. Es wird angenommen, dass die Reserven durch Exploration pro Jahr um 1% zunehmen.

Die derzeitigen Förderkosten für Öl liegen zwischen 1 US-\$ je Barrel im Mittleren Osten und 15 US-\$ je Barrel für Nordseeöl. Insofern wird davon ausgegangen, dass die Preise der Energierohstoffe nicht auf Basis der derzeitigen Produktionskosten gebildet werden, sondern einen Indikator der langfristigen Verfügbarkeit darstellen: Sofern die Verfügbarkeit, gemessen in der statistischen Reichweite – also dem Verhältnis von Reserven zu Verbrauch – sinkt, steigt der Preis. Bei Kohle und Öl wird unterstellt, dass eine 10%ige Reduktion der statistischen Reichweite zu einer Preiserhöhung um 7,5% führt. Gaspreise bilden sich im Wesentlichen nicht an Spotmärkten, sondern werden in langfristigen Lieferverträgen festgelegt. Dabei ist der Gaspreis in

<sup>5</sup> Eine detaillierte Modellierung des Zusammenhangs von Reserven, Preisen und Produktion von Öl findet sich in: J.R. Moroney, M.D. Berg: An Integrated Model of Oil Production, in: The Energy Journal, 20(1), 1999, S. 105-124.

der Regel an den Ölpreis gebunden. Innerhalb des Prognosezeitraums werden diese Verträge jedoch neu verhandelt und dabei werden Förderkosten und die langfristige Verfügbarkeit bedeutsam sein. Gas hat eine deutlich größere statistische Reichweite als Öl. Dies spricht dafür, dass Gas im Verhältnis zu Öl billiger wird. Andererseits führt die Koppelung von Gas- und Ölpreisen und die enge Substituierbarkeit der beiden Rohstoffe dazu, dass die Preise nicht sehr weit auseinander driften werden. Deshalb ist zu erwarten, dass der Gaspreis – entsprechend dem Öl- und Kohlepreis – auf die langfristige Verfügbarkeit reagiert. Außerdem wird als zweiter Effekt die Ölpreisbindung berücksichtigt. Die eigene Reichweite und der Ölpreis gehen gewichtet ein: Sofern die statistische Reichweite um 10% sinkt, steigt der Gaspreis um 3,75%. Außerdem führt eine Ölpreiserhöhung um 10% zu einer 5%igen Gaspreiserhöhung.

### Öl bleibt wichtigster Brennstoff

Die fossilen Energieträger Öl, Kohle und Gas decken zurzeit beinahe 88% des weltweiten Primärenergiebedarfs. Die verbleibenden 12% teilen sich etwa je zur Hälfte in Wasserkraft und Kernenergie. Solar- und Windenergie spielen bezogen auf den weltweiten Energiebedarf keine Rolle. In der Prognose wird davon ausgegangen, dass der Anteil alternativer Energien steigt, weil zum einen der technische Fortschritt deren Effizienz verbessert und zum anderen, weil ein politisch initiiertes und geförderter Wechsel in Richtung alternativer Energien stattfindet. Außerdem wird unterstellt, dass der Einsatz alternativer Energien steigt, wenn der Preis konventioneller Energien steigt.

In der Prognose<sup>6</sup> wird sich die Weltproduktion bis 2030 mehr als verdoppeln (vgl. Tabelle 2). Die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate entspricht etwa 2,8%. Preissteigerungen für Energierohstoffe und energiesparender technischer Fortschritt führen dazu, dass die Energienachfrage mit einer jährlichen Rate von 2,1% geringer als die Güterproduktion wächst. Dabei gibt es erhebliche Unterschiede in den Wachstumsraten der einzelnen Energierohstoffe: Die Nach-

<sup>6</sup> Alternative Prognosen zur langfristigen Entwicklung finden sich in IEA: World Energy Outlook 2004. International Energy Agency, Paris 2004, <http://www.worldenergyoutlook.org>; und in WETO: World Energy, Technology and Climate Policy Outlook 2030, European Commission, Luxembourg 2003; Office for Official Publications of the European Communities. Eine breite Diskussion verschiedener langfristiger Szenarien findet sich in IEA: Energy to 2050: Scenarios for a Sustainable Future, Paris 2003. Eine Ölpreisprognose bis 2030 findet sich in OECD: Oil price Developments: Drivers, Economic Consequences and Policy Responses. OECD Economic Outlook, Paris 2005, S. 3-31. Eine ausführliche Darstellung dieser Analyse und des zugrundeliegenden ökonomischen Modells gibt es in A.M. Brook: Oil Price Developments: Drivers, Economic Consequences and Policy Responses, OECD Economics Department Working Paper Nr. 412, Paris 2004.

**Tabelle 2**  
**Zusammenfassung der Prognose**  
**für den Zeitraum 2003 bis 2030**

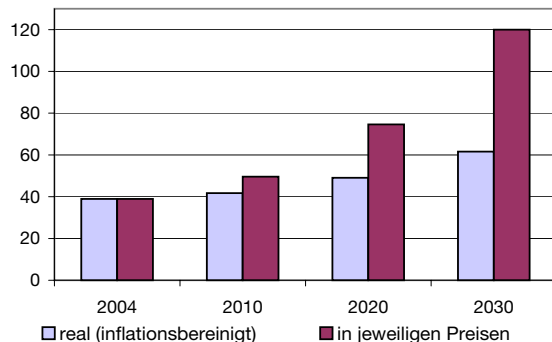
	Wachstumsraten in %	
	Gesamtzeitraum	Jahresdurchschnitt
	Produktion	
BIP pro Kopf	61,7	1,8
Bevölkerung	29,9	1,0
BIP (Mrd. US-\$)	110,1	2,8
	Verbrauch	
Energie	75,1	2,1
Öl	56,6	1,7
Gas	90,2	2,4
Kohle	57,2	1,7
Sonstige	140,5	3,3
	Preise	
Öl	62,1	1,8
Kohle	13,5	0,5
Gas	50,0	1,5

frage nach Öl und Kohle wächst mit einer jährlichen Rate von knapp 1,7% deutlich langsamer als die nach Gas (2,4%) und alternativen Energieträgern (3,3%). Aufgrund der unterschiedlichen Wachstumsraten sinken der Ölanteil am gesamten Primärenergieverbrauch von 37% auf 33% und der Kohleanteil von 26,5% auf knapp 24%. Im Gegenzug steigt der Gasanteil von 24% auf 26% und der Anteil von sonstigen Energien von gut 12% auf beinahe 17% (vgl. Abbildung 5).

Die Energienachfrage ist nicht nur ungleich auf die verschiedenen Energieträger verteilt, sondern auch regional höchst unterschiedlich. Während die jährliche Wachstumsrate der Energienachfrage in Europa deutlich unter 1% liegt, steigt die Energienachfrage im Jahresdurchschnitt in Asien und Südamerika um deutlich über 4%. Das Nachfragewachstum in Nordamerika liegt mit etwas über 2% im Mittelfeld. Als Folge dieser unterschiedlichen Wachstumsraten sinkt der europäisch-eurasische Anteil am Weltenergieverbrauch von derzeit knapp 30% auf 21%, während der asiatische Anteil von derzeit 30% auf 36% steigt. Der nordamerikanische Anteil ist relativ konstant bei 28%.

Bei steigender Energienachfrage sowie sinkenden Neufindungen von Öl und konstanten Neufindungen von Gas geht die statistische Reichweite der Reserven zurück. Bei Öl sinkt diese von derzeit über 40 Jahren auf 22 Jahre; bei Gas von derzeit fast 70 Jahren auf 42 Jahre. Bei Kohle ist der Rückgang der Reichweite von annähernd 190 Jahren auf 150 Jahre. Dies führt zu Preiserhöhungen: der Preis von Öl steigt mit einer durchschnittlichen Jahresrate von 1,8% stärker als der von Gas (1,5%) und der von Kohle (0,5%, vgl. Tabelle 2).

**Abbildung 6**  
**Ölpreisentwicklung bis 2030**  
(US-\$ je Barrel)



**Fazit**

Die Ergebnisse des Basisszenarios lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Der weltweite Energieverbrauch wird trotz im Trend weitergehender Energiesparbemühungen bis 2030 um 75% zunehmen, und zwar vor allem durch den wirtschaftlichen Aufholprozeß der Entwicklungs- und Schwellenländer.
- Die Menge der nachgewiesenen Reserven an fossilen Brennstoffen stellt im Prognosezeitraum keinen begrenzenden Faktor dar, doch sind beträchtliche Investitionsanstrengungen nötig, damit die Angebotsausweitung mit der Energienachfrage Schritt halten kann.
- Die Energiepreise werden weiter steigende Tendenz haben. Bei einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum der Weltwirtschaft im Prognosezeitraum um 2,8% und einer Inflationsrate von 2,5% könnte der Ölpreis, ausgehend von einem Wert im vergangenen Jahr von knapp 40 US-\$ je Barrel, auf 120 US-\$ im Jahr 2030 klettern (vgl. Abbildung 6). Inflationbereinigt steigt der Ölpreis um ca. 60%.
- Die fossilen Brennstoffe Erdöl, Kohle und Erdgas, die heute den Verbrauch dominieren, werden auch im Jahr 2030 noch den weit überwiegenden Teil des Energieverbrauchs ausmachen, doch wird Erdgas seinen Anteil auf Kosten von Öl und Kohle ausweiten.
- Die sonstigen Energien, also Energie aus nachwachsenden Rohstoffen, aus Wasserkraft, Kernkraft und Sonnenenergie, werden ihren Anteil von 12 auf 17% erhöhen.