

## World Energy Outlook 2006

Summary in German



---

## Weltenergieausblick 2006

Zusammenfassung in Deutsch

Zwei Visionen der Energiezukunft stehen einander gegenüber:

- **unterinvestiert, störanfällig und umweltschädigend die eine,**
- **sauber, intelligent und wettbewerbsfähig die andere.**

Beide werden in der neuen Ausgabe des richtungsweisenden *World Energy Outlook* untersucht.

Mit dieser Publikation kommt die Internationale Energie-Agentur dem ihr von den Staats- und Regierungschefs der G8-Länder erteilten Auftrag nach, **Wege in eine neue Energiezukunft** aufzuzeigen und sie der Situation gegenüberzustellen, der wir derzeit entgegensehen. Der *World Energy Outlook 2006* zeigt, wie wir einen Kurswechsel einleiten können. Dabei werden Vor- und Nachteile gegeneinander abgewogen, und es sind die Vorteile, die überwiegen.

Der *World Energy Outlook 2006* befasst sich auch mit folgenden Fragen:

- Hat sich die wirtschaftliche Reaktion auf die **Energiepreishausse** nur verzögert?
- Verläuft die Entwicklung der **Investitionen in die Gas- und Ölwirtschaft** zielkonform?
- Ist die Zeit reif für eine Wiederentdeckung der **Kernenergie**?
- Können **Biokraftstoffe** das Monopol der fossilen Brennstoffe im Straßenverkehr brechen?
- Können **2,5 Milliarden Menschen in den Entwicklungsländern** auf moderne Energien zum Kochen umsteigen?
- Lernt **Brasilien** aus neuen Erfahrungen oder kann die Welt an seinem Beispiel lernen?

Ergänzt durch umfassende Statistiken, detaillierte Projektionen, Analysen und Empfehlungen gibt der *World Energy Outlook 2006* den politischen Entscheidungsträgern und der breiten Öffentlichkeit die nötigen Instrumente an die Hand, um die Energiezukunft neu zu gestalten.

## Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

**Die Welt sieht einer doppelten energiewirtschaftlichen Bedrohung entgegen: zum einen, nicht über eine ausreichende und sichere Energieversorgung zu erschwinglichen Preisen verfügen zu können, und zum anderen, die Umwelt durch einen überhöhten Energiekonsum gefährlich zu schädigen.** Der drastische Anstieg der Energiepreise und die jüngsten geopolitischen Ereignisse haben uns in Erinnerung gerufen, welche unerlässliche Rolle erschwingliche Energie für das Wirtschaftswachstum und die menschliche Entwicklung spielt und wie empfindlich das weltweite Energiesystem auf Angebotsstörungen reagiert. So steht die Sicherung der Energieversorgung erneut ganz oben auf der internationalen politischen Agenda. Bei der derzeitigen Energieversorgungsstruktur ist jedoch die Gefahr einer schwerwiegenden und irreversiblen Schädigung der Umwelt gegeben – einschließlich Veränderungen der globalen Klimabedingungen. Um die Ziele der Versorgungssicherheit mit denen des Umweltschutzes in Einklang zu bringen, bedarf es resoluter, konzertierter Aktionen seitens der Regierungen wie auch der Unterstützung der Öffentlichkeit.

**Es ist dringender denn je notwendig, das Wachstum des Verbrauchs fossiler Energieträger einzudämmen, eine stärkere geographische und energieträgerbezogene Diversifizierung der Energieversorgung zu erreichen und die klimaschädigenden Emissionen zu reduzieren.** Die Staats- und Regierungschefs der G8-Länder, die im Juli 2005 in Gleneagles und im Juli 2006 in Sankt Petersburg mit den Staats- und Regierungschefs mehrerer großer Entwicklungsländer sowie Leitern internationaler Organisationen – darunter auch der Internationalen Energie-Agentur – zusammentrafen, beauftragten die IEA, sich beratend zu „alternativen Energieszenarien und -strategien für eine saubere, intelligente und wettbewerbsfähige Energiezukunft“ zu äußern. Die diesjährige Ausgabe des Weltenergieausblicks wird diesem Auftrag gerecht. Sie bestätigt, dass die Entwicklung von Verbrauch und Handel mit fossilen Brennstoffen wie auch der damit verbundenen Emissionen bis 2030 ohne neue staatliche Gegenmaßnahmen ihren derzeitigen nichtnachhaltigen Pfad fortsetzen wird – was die Annahme ist, die unserem Referenzszenario zu Grunde liegt. In einem alternativen Politikscenario zeigt diese Publikation auch auf, dass die Wachstumsrate von Verbrauch und Emissionen durch eine Reihe von Maßnahmen und Politiken, die von Ländern rund um den Globus derzeit in Erwägung gezogen werden, im Fall ihrer Umsetzung deutlich gesenkt werden könnte. Entscheidend ist dabei, dass die wirtschaftlichen Kosten dieser Maßnahmen durch die wirtschaftlichen Nutzeffekte einer effizienteren Energienutzung und -erzeugung mehr als aufgewogen würden.

### *Fossile Energieträger werden bis 2030 vorherrschend bleiben*

**Laut dem Referenzszenario wird der weltweite Primärenergieverbrauch zwischen heute und 2030 um knapp über die Hälfte steigen – d.h. mit einer durchschnittlichen Jahresrate von 1,6%. Allein im Zeitraum bis 2015 wird der Verbrauch um über ein Viertel zunehmen. Über 70% des voraussichtlichen Verbrauchsanstiegs während des Projektionszeitraums wird auf Entwicklungsländer entfallen, davon allein 30% auf China. In diesen Ländern wachsen Volkswirtschaft und Bevölkerung wesentlich stärker als im OECD-Raum, so dass sich der Schwerpunkt des Weltenergieverbrauchs verlagert. Fast die Hälfte der Zunahme des weltweiten Primärenergieverbrauchs entfällt auf die Stromerzeugung, ein Fünftel auf den Verkehrssektor – fast ausschließlich in Form mineralölbasierter Brennstoffe.**

**Insgesamt werden fossile Brennstoffe bis 2030 in beiden Szenarien die wichtigste Energiequelle bleiben.** Im Referenzszenario machen sie 83% des Gesamtanstiegs des Energieverbrauchs zwischen 2004 und 2030 aus. Damit erhöht sich ihr Anteil am Weltenergieverbrauch von 80% auf 81%. Der Erdölanteil sinkt, obwohl Öl bis 2030 die wichtigste Einzelkomponente des Weltenergiemix bleiben wird. Der weltweite Ölverbrauch wird bis 2015 auf 99 Mio. Barrel pro Tag steigen und sich bis 2030 nochmals auf 116 mb/d erhöhen, gegenüber 84 mb/d im Jahr 2005. Anders als noch im *World Energy Outlook 2005* unterstellt, wird der stärkste Verbrauchsanstieg in absoluter Rechnung bei der Kohle zu beobachten sein, wofür hauptsächlich die Stromerzeugung ausschlaggebend ist. Fast vier Fünftel des Kohleverbrauchsanstiegs werden von China und Indien ausgehen. Kohle wird der zweitwichtigste Primärenergieträger bleiben, wobei sich ihr Anteil am weltweiten Verbrauch leicht erhöht. Auch der Erdgasanteil wird steigen, wenngleich der Gasverbrauch auf Grund höherer Preise weniger rasch wächst als im letzten Energieausblick vorausgesagt. Der Anteil der Wasserkraft am Primärenergieverbrauch erhöht sich geringfügig, während der Anteil der Kernenergie sinkt. Der Anteil der Biomasse geht insofern etwas zurück, als die Entwicklungsländer zunehmend auf moderne kommerzielle Brennstoffe umsteigen, wodurch die wachsende Nutzung von Biomasse für die Produktion von Biokraftstoffen wieder aufgewogen wird. Das stärkste Wachstum ist bei den anderen erneuerbaren Energien (ohne Wasserkraft) zu verzeichnen – d.h. Windkraft, Solarenergie und Geothermie –, allerdings im Vergleich zu einem niedrigen Ausgangsniveau.

**Da mit weiteren Spannungen an den Märkten für Rohöl und Raffinerieprodukte zu rechnen ist, haben wir unsere Ölpreisannahmen in diesem Ausblick nach oben revidiert.** Die marktbezogenen Fundamentaldaten deuten auf einen bescheidenen Rückgang der Preise im Zuge der Inbetriebnahme neuer Förderkapazitäten und eines nachlassenden Verbrauchswachstums ab 2007 hin. Neue geopolitische Spannungen oder – schlimmer noch – eine schwerwiegende Angebotsstörung könnten die Preise jedoch auch noch stärker ansteigen lassen. Wir gehen davon aus, dass der durchschnittliche Rohöleinfuhrpreis in den IEA-Ländern in realer Rechnung in der ersten Hälfte des nächsten Jahrzehnts wieder auf 47 \$ pro Barrel sinken, dann aber bis 2030 kontinuierlich anziehen wird. Die Erdgaspreise dürften auf Grund der in langfristigen Gaslieferverträgen nach wie vor häufig üblichen Ölpreisindexierung sowie des Wettbewerbs zwischen den Energieträgern im Großen und Ganzen der Entwicklung der Ölpreise folgen. Die Kohlepreise dürften sich im Zeitverlauf proportional weniger verändern, aber der Richtung der Öl- und Gaspreise folgen.

### ***Die Bedrohung der weltweiten Versorgungssicherheit ist real und nimmt weiter zu***

**Wird der Anstieg des Öl- und Gasverbrauchs nicht eingedämmt, erhöht sich die Anfälligkeit der Verbraucherländer im Fall einer schwerwiegenden Versorgungsstörung und eines damit verbundenen Preisschocks.** Die OECD-Länder und die aufstrebenden Volkswirtschaften Asiens sind zunehmend von Importen abhängig, da ihre heimische Produktion nicht mit dem Anstieg der Nachfrage Schritt halten kann. Die Förderung von konventionellem Rohöl und Flüssigerdgas der Nicht-OPEC-Länder wird in den nächsten zehn Jahren ihr Maximum erreichen. Laut dem Referenzszenario werden 2030 im OECD-Raum insgesamt zwei Drittel des Ölbedarfs aus Importen gedeckt

werden, im Vergleich zu derzeit 55%. Ein großer Teil der zusätzlichen Importe wird aus Nahost kommen, über störungsanfällige Seerouten. Durch die Konzentration der Ölförderung in einer kleinen Gruppe von Ländern mit großen Reserven – namentlich in den OPEC-Ländern des Nahen Ostens und in Russland – wird deren beherrschende Marktstellung gestärkt, so dass es ihnen leichter möglich sein wird, höhere Preise durchzusetzen. Ein wachsender Teil des Gasverbrauchs wird voraussichtlich ebenfalls durch Importe gedeckt werden, über Pipelines oder durch Flüssigerdgas aus immer weiter entfernten Förderländern.

**Die zunehmende Unabhängigkeit des Ölverbrauchs vom Preisniveau verstärkt den Effekt potenzieller Versorgungsstörungen auf die Ölpreise.** Laut dem Referenzszenario erhöht sich der auf das – im Vergleich zu anderen Sektoren preisunelastische – Verkehrswesen entfallende Anteil am Weltölverbrauch. Daher wird der Ölverbrauch immer weniger auf Schwankungen der internationalen Rohölpreise reagieren. Dies hat wiederum zur Folge, dass die Preise auf künftige kurzfristige Nachfrage- und Angebotsänderungen mit stärkeren Ausschlägen reagieren werden als in der Vergangenheit. Infolge der von Beihilfen für die Verbraucher ausgehenden Dämpfung des Effekts der Preise auf die Weltölnachfrage erhöht sich die Unabhängigkeit des Verbrauchs vom internationalen Ölpreisniveau. Die derzeitigen Subventionen für Mineralölerzeugnisse belaufen sich in den Nicht-OECD-Ländern Schätzungen zufolge jährlich auf über 90 Mrd. US-\$. Die Subventionen für sämtliche Endenergieformen kosten die Nicht-OECD-Länder gegenwärtig jährlich über 250 Mrd. US-\$ – was der Gesamtsumme der Investitionen entspricht, die in diesen Ländern jahresdurchschnittlich in der Stromwirtschaft erforderlich wären.

**Die Ölpreise sind für die ökonomische Solidität der Weltwirtschaft nach wie vor wichtig.** In den meisten Ölimportländern der Welt setzte sich das rasche Wachstum nach 2002 zwar fort, es hätte jedoch stärker ausfallen können, wären die Öl- und sonstigen Energiepreise nicht gestiegen. In vielen Einfuhrländern wurde der Effekt der höheren Energiepreise zumindest teilweise durch die wertmäßige Zunahme der nichtenergetischen Rohstoffexporte ausgeglichen, deren Preise ebenfalls gestiegen sind. Welche Auswirkungen höhere Energiepreise letztlich auf die makroökonomischen Perspektiven haben werden, bleibt ungewiss, u.a. weil der Effekt der jüngsten Preiserhöhungen noch nicht in allen Teilen des Wirtschaftssystems zum Tragen gekommen ist. Die Anzeichen inflationärer Spannungen nehmen zu, was sich in höheren Zinssätzen niederschlägt. In den meisten OECD-Ländern verschlechterten sich die Leistungsbilanzsalden, besonders deutlich in den Vereinigten Staaten. Das Recycling der Öldollar könnte dazu beigetragen haben, dass sich der Anstieg der langfristigen Zinssätze in Grenzen hielt und die negativen Auswirkungen der höheren Energiepreise auf Realeinkommen und Produktion erst mit zeitlicher Verzögerung zum Tragen kommen werden. Je länger die Preise auf ihrem derzeitigen Niveau verharren werden oder je stärker sie steigen, umso größer wird die Bedrohung für das Wirtschaftswachstum der Importländer. Besonders folgenschwer wäre ein durch eine plötzliche, ernste Versorgungsstörung ausgelöster Ölpreisschock, vor allem für einkommensschwache Länder mit hoher Verschuldung.

### ***Werden die erforderlichen Investitionen getätigt werden?***

**Um den wachsenden Energiehunger der Welt zu stillen, sind massive Investitionen in die Energieversorgungsinfrastruktur notwendig.** Laut den auf der Grundlage des Referenzszenarios dieses Ausblicks erstellten Projektionen müssen im Zeitraum 2005-

2030 Investitionen in Höhe von knapp über 20 Bill. US-\$ (in Dollarwerten von 2005) getätigt werden. Dies sind rund 3 Bill. US-\$ mehr als im *World Energy Outlook 2005* veranschlagt, bedingt hauptsächlich durch den jüngsten drastischen Anstieg der Kapitalstückkosten, insbesondere in der Öl- und Gaswirtschaft. Auf die Stromwirtschaft entfallen 56% der Gesamtinvestitionen – 68% bei Einrechnung der zur Deckung des Brennstoffbedarfs der Kraftwerke erforderlichen Investitionen in die Lieferkette. Über 4 Bill. US-\$ werden zwischen 2005 und 2030 insgesamt in die Ölwirtschaft investiert werden müssen, davon drei Viertel in die Ölförderung. Bei den vorgelagerten Aktivitäten hängt der Investitionsbedarf stärker von Veränderungen der Rate des Förderrückgangs der bekannten Erdöllagerstätten ab als von der Wachstumsrate des Ölverbrauchs. Etwa die Hälfte der weltweit erforderlichen Energieinvestitionen entfällt auf Entwicklungsländer, wo Energieverbrauch und -erzeugung am raschesten wachsen. Allein China wird rd. 3,7 Bill. US-\$ investieren müssen, 19% der weltweiten Gesamtsumme.

**Es gibt keine Garantie dafür, dass alle erforderlichen Investitionen getätigt werden.** Die von den Regierungen verfolgte Politik, geopolitische Faktoren, unerwartete Veränderungen von Stückkosten und Preisen sowie neue Technologien können sich auf die Chancen und Anreize für private und öffentliche Unternehmen auswirken, in die verschiedenen Bereiche der Energieversorgungskette zu investieren. Die Investitionsentscheidungen der großen Öl- und Gasförderländer sind von eminenter Bedeutung, weil sie sich zunehmend auf die Einfuhrvolumen und -kosten der Verbraucherländer auswirken werden. So bestehen beispielsweise Zweifel daran, ob die Investitionen in die russische Gaswirtschaft ausreichend sein werden, um das derzeitige Volumen der Exporte nach Europa auch nur aufrechtzuerhalten und den Beginn der Ausfuhren nach Asien zu ermöglichen.

**Besonders ungewiss ist, inwieweit die großen Öl- und Gasförderer in der Lage und bereit sind, ihre Investitionen zu erhöhen, um die steigende Weltnachfrage zu decken.** Die Investitionsausgaben der weltweit führenden Öl- und Gasunternehmen sind in der ersten Hälfte dieses Jahrzehnts in nominaler Rechnung deutlich gestiegen und sollen den Plänen der Unternehmen zufolge bis 2010 weiter wachsen. Der Effekt dieses Ausgabeanstiegs auf den Kapazitätsausbau wird jedoch durch die zunehmenden Kosten aufgefangen. Berichtigt um den Effekt der Kosteninflation, war das Investitionsaufkommen 2005 in Wirklichkeit *geringer* als im Jahr 2000. Die bis 2010 geplanten Investitionen in die vorgelagerten Aktivitäten dürften zu einer leichten Zunahme der freien Kapazitäten der weltweiten Rohölförderung führen. Mangel an qualifiziertem Personal und Ausrüstungen, regulatorische Verzögerungen, Kosteninflation, höhere Förderrückgänge der bekannten Erdöllagerstätten sowie geopolitische Faktoren könnten jedoch zur Folge haben, dass die Kapazitätszuwächse geringer ausfallen. Durch eine Erhöhung der Investitionsausgaben in der Raffineriewirtschaft dürften die Durchsatzkapazitäten bis 2010 um fast 8 mb/d steigen. Über den Horizont dieses Jahrzehnts hinaus werden höhere Investitionen in realer Rechnung erforderlich sein, um das Wachstum der vorgelagerten und der nachgelagerten Kapazitäten aufrechtzuerhalten. Bei einem Szenario, in dem sich die Investitionen verzögern, würde der Rückgang der Rohölförderleistung der OPEC-Länder, der durch einen Anstieg der Förderung der Nicht-OPEC-Länder z.T. ausgeglichen wird, die Ölpreise um ein Drittel steigen lassen, wodurch der Weltölverbrauch 2030 im Verhältnis zum Referenzszenario um 7 mb/d bzw. 6% gedrückt würde.

### ***Bei den derzeitigen Trends werden sich die Kohlendioxidemissionen beschleunigen***

**Im Referenzszenario erhöht sich der weltweite energiebezogene Kohlendioxid-ausstoß zwischen 2004 und 2030 um 55% bzw. 1,7% jährlich.** 2030 wird er sich demnach auf 40 Gigatonnen belaufen, ein Anstieg um 14 Gt im Vergleich zum Niveau von 2004. Die Hälfte der im Projektionszeitraum zu verzeichnenden Zunahme der weltweiten Emissionen ist der Stromerzeugung zuzuschreiben. Kohle hat Erdöl 2003 als weltweit wichtigste Quelle energiebezogener CO<sub>2</sub>-Emissionen abgelöst und wird diese Position bis 2030 weiter festigen. Die Emissionen werden den Projektionen zufolge etwas rascher steigen als der Primärenergieverbrauch – womit sich der in den letzten 25 Jahren beobachtete Trend umkehrt –, weil sich der durchschnittliche Kohlenstoffgehalt des Primärenergieverbrauchs erhöht.

**Mehr als drei Viertel der Zunahme der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Zeitraum 2004-2030 entfallen in diesem Szenario auf Entwicklungsländer.** Diese werden die OECD-Länder ab 2010 schon bald als größte CO<sub>2</sub>-Emittenten ablösen. Der Anteil der Entwicklungsländer an den weltweiten Emissionen wird sich bis 2030 von derzeit 39% auf knapp über die Hälfte erhöhen. Damit steigt ihr Anteil an den Emissionen stärker als ihr Anteil am Energieverbrauch, weil ihr Verbrauchszuwachs kohlenstoffintensiver ist als in den OECD-Ländern oder den Transformationsländern. Die Entwicklungsländer verbrauchen im Allgemeinen proportional mehr Kohle und weniger Gas. Allein China wird für etwa 39% des Anstiegs des weltweiten Emissionssausstoßes verantwortlich sein. Chinas Emissionen werden sich zwischen 2004 und 2030 infolge eines kräftigen Wirtschaftswachstums und einer starken Abhängigkeit von der Kohle in der Stromerzeugung und der Industrie mehr als verdoppeln. So wird China die Vereinigten Staaten noch vor 2010 als größter CO<sub>2</sub>-Emittent ablösen. Andere asiatische Länder, insbesondere Indien, werden ebenfalls stark zum Anstieg der weltweiten Emissionen beitragen. Die Pro-Kopf-Emissionen der Nicht-OECD-Länder werden aber dennoch weit unter denen des OECD-Raums verharren.

### ***Durch rasches staatliches Handeln können die Energie- und Emissionstrends geändert werden***

**Die im Referenzszenario beschriebenen Trends sind nicht in Stein gemeißelt.** In der Tat ist es durchaus denkbar, dass die Regierungen beherztere Maßnahmen ergreifen, um das Energiesystem auf einen nachhaltigeren Pfad zu lenken. Im alternativen Politik-szenario wird unterstellt, dass die derzeit in Erwägung gezogenen Maßnahmen und Politiken zur Verbesserung der Energiesicherheit und Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen umgesetzt werden. Dies würde in einem deutlich langsameren Wachstum des Verbrauchs von fossilen Brennstoffen, der Öl- und Gasimporte und der Emissionen resultieren. Zu den fraglichen Eingriffen gehören Anstrengungen zur Steigerung der Effizienz der Energieerzeugung und -nutzung, zur Erhöhung der heimischen Produktion von fossilen Brennstoffen in den Einfuhrländern, zum Ausbau der Kernenergie und der erneuerbaren Energien sowie zur Förderung der Entwicklung und Markteinführung anderer sauberer und leistungsfähigerer Energietechnologien.

**Im alternativen Politik-szenario ist der weltweite Primärenergieverbrauch 2030 rd. 10% niedriger als im Referenzszenario, eine Differenz ungefähr in der Höhe von Chinas heutigem Gesamtenergieverbrauch.** Das Wachstum des weltweiten Verbrauchs

setzt sich mit 37% zwischen 2004 und 2030 zwar immer noch fort, verläuft jedoch langsamer: 1,2% jährlich gegenüber 1,6% im Referenzszenario. Die größten Energieeinsparungen in absoluter wie relativer Rechnung werden im Kohlesektor erzielt. Der Effekt der neuen Maßnahmen auf den Energieverbrauch ist in den ersten zehn Jahren des Projektionszeitraums weniger deutlich, aber keineswegs unerheblich. Zwischen den beiden Szenarien besteht im Jahr 2015 ein Unterschied von rd. 4% beim Weltenergieverbrauch.

**Ganz im Unterschied zum Referenzszenario stagnieren die Erdölimporte des OECD-Raums um das Jahr 2015 und beginnen dann zu sinken.** Dennoch sind alle drei OECD-Regionen wie auch die Entwicklungsländer Asiens gegen Ende des Projektionszeitraums stärker von Ölimporten abhängig als heute, wenn auch deutlich weniger als im Referenzszenario. Der weltweite Energieverbrauch steigt bis 2030 im alternativen Politikscenario auf 103 mb/d, was einer Zunahme um 20 mb/d im Vergleich zum Niveau von 2005 entspricht, aber 13 mb/d unter dem Wert des Referenzszenarios liegt. Nahezu 60% der im alternativen Politikscenario erzielten Öleinsparungen sind Maßnahmen im Verkehrssektor zuzuschreiben. Über zwei Drittel davon entfallen auf effizientere neue Fahrzeugtypen. Auch die verstärkte Nutzung und Produktion von Biokraftstoffen, vor allem in Brasilien, Europa und den Vereinigten Staaten, trägt zur Senkung des Mineralölbedarfs bei. Der Gasverbrauch und die Abhängigkeit von Gasimporten sind insgesamt ebenfalls deutlich niedriger als im Referenzszenario.

**Die energiebezogenen Kohlendioxidemissionen sind 2015 um 1,7 Gt bzw. 5% und 2030 um 6,3 Gt bzw. 16% niedriger als im Referenzszenario.** Die im alternativen Politikscenario ergriffenen Maßnahmen führen in den OECD-Ländern und in den Transformationsländern zu einer Stabilisierung und anschließenden Abnahme der Emissionen bis 2030. Die Emissionen dieser Länder werden 2030 zwar immer noch etwas höher sein als 2004, aber deutlich niedriger als im Referenzszenario. In der Europäischen Union und Japan sinken die Emissionen unter ihr derzeitiges Niveau. In den Entwicklungsländern setzt sich das Wachstum der Emissionen fort, im Vergleich zum Referenzszenario verlangsamt sich die Zuwachsrate während des Projektionszeitraums jedoch merklich.

**Fast 80% der vermiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen sind Maßnahmen zur Förderung einer effizienteren Energieerzeugung und -nutzung zuzuschreiben.** Der Rest geht auf die Umstellung auf kohlenstoffarme oder -freie Brennstoffe zurück. Fast 36% der Emissionseinsparungen werden durch eine erhöhte Brennstoffeffizienz, vor allem im Pkw- und Lkw-Bereich erzielt. Eine effizientere Stromnutzung in einem breiten Spektrum von Geräten, wie Beleuchtungssystemen, Klimaanlage, Haushaltsgeräten und Industriemotoren, steuert weitere 30% zu den Einsparungen bei. Eine effizientere Energieerzeugung macht nochmals 13% aus. 12% entfallen auf erneuerbare Energien und die restlichen 10% auf Kernenergie. Die Umsetzung von nur rund einem Dutzend Maßnahmen würde in einer nahezu 40%igen CO<sub>2</sub>-Einsparung bis 2030 resultieren. Die im Hinblick auf die Senkung der Emissionen wirkungsvollsten Maßnahmen ergeben auch den stärksten Rückgang der Öl- und Gasimporte.



### *Die neuen Maßnahmen und Politiken würden sich selbst amortisieren*

Eines der zentralen Ergebnisse des alternativen Politik Szenarios ist, dass die finanziellen Einsparungen, die mit den analysierten neuen Maßnahmen und Politiken erzielt werden können, die mit ihnen verbundenen anfänglichen Investitionsmehrkosten für die Verbraucher insgesamt bei weitem übersteigen. Die entlang der Energieversorgungskette – vom Erzeuger zum Verbraucher – im Zeitraum 2005-2030 insgesamt zu tätigen Investitionen sind um 580 Mrd. US-\$ niedriger als im Referenzszenario. Die Investitionen in Endgeräte und Gebäude sind 2,4 Bill. US-\$ höher, dies wird jedoch durch die auf der Angebotsseite eingesparten Investitionen von über 3 Bill. US-\$ mehr als aufgewogen. Im gleichen Zeitraum können die Verbraucher Brennstoffkosten in Höhe von 8,1 Bill. US-\$ einsparen, wodurch die dazu auf der Verbraucherseite erforderlichen Investitionen mehr als ausgeglichen werden.

Besonders große Einsparungen sind von den Änderungen bei den Investitionen im Elektrizitätssektor zu erwarten, die sich aus den im alternativen Politik Szenario berücksichtigten Maßnahmen ergeben. Durch jeden zusätzlichen Dollar, der in effizientere elektrische Anlagen, Geräte und Gebäude investiert wird, können über 2 Dollar an Investitionen in die Stromversorgung eingespart werden. Am höchsten ist diese Relation in den Nicht-OECD-Ländern. Zwei Drittel der zusätzlichen Investitionsausgaben auf der Verbraucherseite werden in den OECD-Ländern anfallen. Die zusätzlichen Investitionen auf der Verbraucherseite amortisieren sich sehr schnell, in einem Zeitraum von ein bis zehn Jahren. Am kürzesten ist die Amortisierungsdauer in den Entwicklungsländern sowie für die vor 2015 eingeführten Maßnahmen.

### *Kernenergie hat wieder Zukunft – vorausgesetzt, die Bedenken der Öffentlichkeit können zerstreut werden*

Die Kernenergie – eine Technologie, die sich in der Grundlaststromerzeugung bewährt hat – könnte einen wichtigen Beitrag zur Senkung der Abhängigkeit von Gasimporten und zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten. Im Referenzszenario erhöhen sich die weltweiten Kernkraftwerkskapazitäten zwischen 2005 und 2030 von 368 GW auf 417 GW. Unter der Annahme, dass nur wenige neue Reaktoren gebaut und mehrere existierende Kraftwerke vom Netz genommen werden, verringert sich dennoch der Anteil der Kernenergie am Primärenergiemix. Im alternativen Politik Szenario erhöhen sich die Kernkraftwerkskapazitäten infolge einer der Kernenergie gegenüber aufgeschlosseneren Energiepolitik bis 2030 auf 519 GW, womit auch ihr Anteil am Energiemix steigt.

Das Interesse am Bau neuer Kernreaktoren hat sich infolge der gestiegenen Preise für fossile Brennstoffe erhöht, durch die die Kernkraft vergleichsweise wettbewerbsfähiger wurde. In neuen Kernreaktoren könnten die Kosten der Stromerzeugung auf weniger als 5 Cent pro kW/h gesenkt werden, falls die Kraftwerksanbieter und die Stromunternehmen für ein geeignetes Risikomanagement bei Bau und Betrieb sorgen. Bei einem solchen Kostenniveau und unter Zugrundelegung eines Gaspreises von über 4,70 US-\$ je MBtu wäre Kernenergie billiger als die Gasverstromung. Sie wäre dann immer noch teurer als konventionelle Kohlekraftwerke bei einem Kohlepreis von unter 70 US-\$/t. Der Kostendeckungspunkt der Kernenergie wäre niedriger, wenn finanzielle Abgaben auf CO<sub>2</sub>-Emissionen eingeführt würden.



**Die Kernenergie wird nur dann an Bedeutung gewinnen, wenn die Regierungen der Länder, in denen Kernenergie akzeptiert wird, eine größere Rolle bei der Erleichterung privater Investitionen spielen, insbesondere auf liberalisierten Märkten.** Kernkraftwerke sind kapitalintensiv, der Bau eines Reaktors erfordert Anfangsinvestitionen in Höhe von 2-3,5 Mrd. US-\$. Andererseits reagieren die Kosten der Stromerzeugung in Kernkraftwerken aber auch weniger stark auf Schwankungen der Brennstoffpreise als die der Kohle- und Gasverstromung. Zudem sind Uranvorräte reichlich vorhanden und gut über den Globus verteilt. Diese beiden Vorteile machen Kernenergie zu einer potenziell attraktiven Option zur Verbesserung der Stromversorgungssicherheit – vorausgesetzt, die Bedenken von Öffentlichkeit und Investoren über die Sicherheit der Reaktoren, die Entsorgung nuklearer Abfälle und die Proliferationsgefahr können zerstreut werden.

### ***Welchen Beitrag die Biokraftstoffe leisten können, hängt von neuen Technologien ab***

**Biokraftstoffe dürften einen wichtigen Beitrag zur Deckung des Energiebedarfs im Straßenverkehr leisten, vor allem im alternativen PolitikszENARIO.** In diesem Szenario entfallen 2030 auf sie 7% des Kraftstoffverbrauchs im Straßenverkehr, gegenüber 1% heute. Im Referenzszenario erhöht sich ihr Anteil auf 4%. In beiden Szenarien ist diese Zunahme größtenteils den Vereinigten Staaten, der Europäischen Union und Brasilien zuzuschreiben, die die führenden Produzenten und Verbraucher von Biokraftstoffen bleiben werden. Der Großteil der Zunahme des weltweiten Biokraftstoffverbrauchs dürfte auf Ethanol entfallen, dessen Herstellungskosten voraussichtlich rascher sinken werden als die von Biodiesel, dem anderen wichtigen Biokraftstoff. Der bei weitem höchste Anteil der Biokraftstoffe am Verkehrsverbrauch wird weiterhin in Brasilien zu verzeichnen sein, wo Ethanol weltweit am kostengünstigsten hergestellt wird.

**Die steigende Nahrungsmittelnachfrage, die mit den Biokraftstoffen im Wettbewerb um die vorhandenen Acker- und Weideflächen steht, wird beim derzeitigen Stand der Technologie das Potenzial der Biokraftstoffproduktion begrenzen.** Rund 14 Mio. Hektar Land – etwa 1% der gegenwärtig weltweit verfügbaren Anbaufläche – werden derzeit für die Erzeugung von Biokraftstoffen genutzt. Dieser Anteil erhöht sich im Referenzszenario auf 2% und im alternativen PolitikszENARIO auf 3,5%. Im Referenzszenario entspricht der Anbauflächenbedarf im Jahr 2030 der Fläche von ganz Frankreich, im alternativen PolitikszENARIO der sämtlicher OECD-Länder im Pazifik einschließlich Australiens.

**Dank derzeit entwickelter neuer Biokraftstofftechnologien, insbesondere Lignozellulose-Ethanol, könnten Biokraftstoffe eine wesentlich wichtigere Rolle spielen als in beiden Szenarien unterstellt.** Damit sich diese Technologien der zweiten Generation auf dem Markt behaupten können, müssen jedoch noch große technologische Herausforderungen bewältigt werden. Handels- und Subventionspolitik werden entscheidenden Einfluss darauf haben, wo und mit welchen Ressourcen und Technologien Biokraftstoffe in den kommenden Jahrzehnten hergestellt werden, wie hoch die Gesamtbelastung der Steuerzahler durch Subventionen und wie kosteneffizient die Biokraftstoffe sein werden und ob so ein Weg zur Förderung der Energiediversifizierung und Verringerung der Kohlendioxidemissionen gefunden werden kann.

### *Das alternative Politikscenario Wirklichkeit werden lassen*

**Der Einführung und Umsetzung der Maßnahmen des alternativen Politikscenarios stehen erhebliche Hindernisse entgegen.** In der Praxis wird großer politischer Wille notwendig sein, um diese Maßnahmen durchzusetzen, von denen viele zwangsläufig auf den Widerstand einiger Interessenvertretungen von Industrie und Verbrauchern stoßen werden. Die politischen Entscheidungsträger werden die Vorteile der vorgeschlagenen Maßnahmen für Wirtschaft und Gesellschaft insgesamt klar zum Ausdruck bringen müssen. In den meisten Ländern ist sich die Öffentlichkeit zunehmend der Vorteile bewusst, die in Bezug auf Versorgungssicherheit und Umweltschutz von Maßnahmen zur Förderung eines effizienteren Energieeinsatzes und zur Stärkung der Rolle der erneuerbaren Energien zu erwarten sind.

**Für schärfere staatliche Aktionen bedarf es der Unterstützung des privaten Sektors wie auch internationaler Kooperation.** Die meisten energiebezogenen Investitionen werden zwar vom privaten Sektor getätigt werden müssen, dem Staat kommt jedoch eine entscheidende Rolle bei der Schaffung eines geeigneten Investitionsumfelds zu. Die Industriestaaten werden den Entwicklungsländern helfen müssen, den Sprung zu den fortschrittlichsten Technologien zu schaffen und effiziente Ausrüstungen und Verfahren einsetzen zu können. Hierzu sind Programme zur Förderung des Technologietransfers, des Kapazitätsaufbaus sowie gemeinschaftlicher Ansätze in Forschung und Entwicklung erforderlich. Dazu bedarf es eines hohen Maßes an Zusammenarbeit zwischen den Ländern sowie zwischen Wirtschaft und Staat. Nicht-OECD-Länder können sich von multilateralen Kreditinstitutionen sowie anderen internationalen Organisationen bei der Ausarbeitung und Umsetzung neuer Maßnahmen helfen lassen. Dies dürfte für kleinere Entwicklungsländer besonders wichtig sein, die anders als China und Indien u.U. Schwierigkeiten dabei haben, Investitionen anzulocken.

**Die Analysen des alternativen Politikscenarios zeigen, wie dringend notwendig Aktionen seitens der Politik sind.** Mit jedem Jahr, um das sich die Umsetzung der analysierten Maßnahmen verzögert, erhöht sich der Effekt auf das Emissionsvolumen überproportional stark. Verzögert sich die Umsetzung der Maßnahmen beispielsweise um zehn Jahre, d.h. wird damit erst 2015 begonnen, belaufen sich die im Vergleich zum Referenzscenario erzielten Emissionseinsparungen bis 2030 nur auf 2%, gegenüber 8% im alternativen Politikscenario. Verzögerungen beim Ausbau der energiebezogenen Forschung und Entwicklung, insbesondere im Bereich Kohlenstoffbindung und -speicherung, würden zudem die Aussichten auf eine Senkung der Emissionen in der Zeit nach 2030 verschlechtern.

### *Für größere Energieeinsparungen muss der Druck von Seiten der Politik sogar noch stärker sein*

**Selbst wenn die Regierungen, wie hier unterstellt, sämtliche derzeit in Erwägung gezogenen Maßnahmen zur Senkung der Energieimporte und Emissionen umsetzen, werden beide bis 2030 weiter steigen.** Um die weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen auf dem derzeitigen Niveau zu halten, wären noch resolutere Politikmaßnahmen erforderlich. Zudem werden in der Praxis mit ziemlicher Sicherheit auch bahnbrechende neue technologische Entwicklungen in der Energieerzeugung und -nutzung notwendig sein. Dass dies innerhalb des zeitlichen Rahmens unserer Analyse nur schwer zu erreichen sein

wird, kann keine Entschuldigung für Untätigkeit oder für Verzögerungen sein, durch die sich die langfristigen wirtschaftlichen, sicherheitsbezogenen und ökologischen Kosten erhöhen. Je früher ein Anfang gemacht wird, umso schneller kann sich eine neue Generation effizienterer, kohlenstoffarmer bzw. -freier Energiesysteme durchsetzen.

**Durch die Nutzung bereits verfügbarer oder demnächst zur Verfügung stehender Technologien ist es uns möglich, auf einen wesentlich nachhaltigeren Energiepfad einzuschwenken.** In einem vor kurzem erschienenen Bericht der IEA mit dem Titel *Energy Technology Perspectives* wird aufgezeigt, dass es eines breitgefächerten Ansatzes im Bereich der Technologieentwicklung und -einführung bedarf. In diesem *World Energy Outlook* wird am Beispiel einer über die Prämissen des alternativen Politik Szenarios hinausgehenden Fallstudie (*Beyond the Alternative Policy Scenario* – BAPS) aufgezeigt, wie das äußerst ehrgeizige Ziel einer Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2030 auf das heutige Niveau erreicht werden könnte. Dazu müsste der Emissionsausstoß um 8 Gt mehr gesenkt werden als im alternativen Politik Szenario. Vier Fünftel der in der BAPS-Fallstudie erzielten Energie- und Emissionseinsparungen werden durch beherrschtere politische Anstrengungen zur Erhöhung der Energieeffizienz, zur Förderung der Kernenergie und der erneuerbaren Energien sowie zur Unterstützung der Einführung von Technologien zur Kohlenstoffbindung und -speicherung, eine der langfristig vielversprechendsten Optionen zur Eindämmung des Emissionsausstoßes, erreicht. Allerdings sind die im BAPS untersuchten technologischen Umstellungen zwar technisch machbar, in der Praxis aber mit Anstrengungen verbunden, die in Bezug auf Größenordnung und Geschwindigkeit der Markteinführung in der Geschichte einmalig wären.

### ***Die Versorgung der Armen dieser Welt mit moderner Energie ist ein äußerst dringendes Anliegen***

**Obwohl in beiden Szenarien stete Fortschritte beim Ausbau der Nutzung moderner Haushaltsenergien in den Entwicklungsländern erzielt werden, dürften 2030 immer noch viele Menschen auf traditionelle Biomasse angewiesen sein.** 2,5 Millionen Menschen verwenden zur Deckung des Großteils ihres täglichen Energiebedarfs zum Kochen und Heizen gegenwärtig Brennholz, Holzkohle, Agrarabfälle oder Tierdung. In vielen Ländern machen diese Brennstoffe über 90% des Gesamtenergieverbrauchs der privaten Haushalte aus. Die ineffiziente und nichtnachhaltige Nutzung von Biomasse hat schwerwiegende Konsequenzen für Gesundheit, Umwelt und wirtschaftliche Entwicklung. Es ist empörend, dass Jahr für Jahr rd. 1,3 Millionen Menschen – hauptsächlich Frauen und Kinder – vorzeitig an den Folgen der Vergiftung der Luft durch die Verbrennung von Biomasse in Wohnräumen sterben. Es gibt Belege dafür, dass sich die Umstellung auf sauberere, effizientere Kochmethoden in Brasilien und anderen Ländern, in denen das inländische Preisniveau an die in jüngster Zeit hohen internationalen Preise angepasst wurde, effektiv verlangsamte oder sogar ein gegenläufiger Trend einsetzte. Im Referenzszenario erhöht sich die Zahl der Menschen, die mit Biomasse heizen und kochen, im Zuge des Bevölkerungswachstums bis 2015 auf 2,6 Milliarden und bis 2030 auf 2,7 Milliarden. Das heißt, dass dann immer noch ein Drittel der Weltbevölkerung von solchen Brennstoffen abhängig sein wird, ein kaum geringerer Anteil als heute.

**Es müssen dringend Maßnahmen zur Förderung eines effizienteren und nachhaltigeren Einsatzes traditioneller Biomasse und zur Unterstützung der**

**Umstellung auf moderne Kochenergien und -technologien ergriffen werden.** Welcher politische Ansatz dazu am besten geeignet ist, hängt von den lokalen Gegebenheiten ab, wie dem Pro-Kopf-Einkommen und der Verfügbarkeit nachhaltiger Biomassebrennstoffen. Alternative Brennstoffe und Technologien werden bereits zu annehmbaren Preisen angeboten. Damit sich die Zahl der Haushalte, die Biomasse zum Kochen verwenden, bis 2015 halbiert – was eine der Empfehlungen des VN-Millenniumsprojekts ist –, müssten 1,3 Milliarden Menschen auf Flüssiggas oder sonstige kommerzielle Brennstoffe umsteigen. Dies hätte keine erheblichen Auswirkungen auf den Weltölverbrauch und würde maximal 1,5 Mrd. US-\$ jährlich kosten. Um dieses Ziel zu erreichen, bedarf es jedoch resoluter und konzertierter Maßnahmen auf Seiten der Regierungen der Entwicklungsländer, die dabei von den Industrieländern unterstützt werden müssen, sowie einer Erhöhung der Finanzmittel aus privaten und öffentlichen Quellen. Zur Beseitigung von Hindernissen in Bezug auf Verfügbarkeit, Erschwinglichkeit und Angebot müssen entsprechende Maßnahmen ergriffen werden, die ein zentraler Bestandteil allgemeinerer Entwicklungsstrategien sein sollten.

© OECD/IEA 2006

Übersetzung durch den Deutschen Übersetzungsdienst der OECD

Die Wiedergabe dieser Zusammenfassung ist unter Angabe der Urheberrechte der OECD sowie des Titels der Originalausgabe gestattet.

**Zusammenfassungen in Drittsprachen enthalten auszugsweise Übersetzungen von OECD-Publikationen, deren Originalfassungen in englischer und französischer Sprache veröffentlicht wurden.**

**Sie sind unentgeltlich beim Online-Bookshop der OECD erhältlich unter [www.oecd.org/bookshop/](http://www.oecd.org/bookshop/).**

Wegen zusätzlicher Informationen wenden Sie sich bitte direkt an die  
OECD Rights and Translation Unit,  
Public Affairs and Communications Directorate.

E-Mail : [rights@oecd.org](mailto:rights@oecd.org)

Fax: +33 1 45 24 13 91

Adresse: OECD Rights and Translation unit (PAC)  
2, rue André-Pascal  
75775 Paris cedex 16  
France

Besuchen Sie unsere Website [www.oecd.org/rights/](http://www.oecd.org/rights/)

