



International  
Energy Agency

# World Energy Outlook 2010

ZUSAMMENFASSUNG

# World Energy Outlook 2010

Die Welt scheint sich allmählich von der tiefsten Wirtschaftskrise der letzten Jahrzehnte zu erholen. Viele Länder haben sich im Rahmen der Kopenhagener Vereinbarung dazu verpflichtet, ihre Treibhausgasemissionen zu verringern. Zudem versprachen die Staats- und Regierungschefs der G-20 und APEC-Länder, ineffiziente Subventionen auf fossile Brennstoffe auslaufen zu lassen. Sind wir also endlich auf dem Weg zu einem sicheren, zuverlässigen und nachhaltigen Energiesystem?

Die 2010-Ausgabe des *World Energy Outlook (WEO)* enthält Projektionen bis ins Jahr 2035 zu Verbrauch, Förderung, Handel und Investitionen, gegliedert nach Brennstoffen und Regionen. Der *WEO-2010* enthält erstmals ein neues Szenario, welches auch die aktuellen Verpflichtungen der Regierungen zur Erreichung von Klimaschutzziele und verbesserter Energieversorgungssicherheit berücksichtigt.

Der *WEO-2010* zeigt:

- was wir tun müssen und wieviel es uns kostet, das Ziel der **Kopenhagener Vereinbarung** zu erreichen und die Erderwärmung auf 2°C zu beschränken, und welche **Folgen dies für die Erdölmärkte hat**,
- wie **Schwellenländer**, allen voran China und Indien, die **globale Energielandschaft immer stärker mitgestalten** werden,
- welche Rolle **erneuerbare Energien** für eine saubere und sichere Energiezukunft spielen können,
- die Bedeutung der **Abschaffung von staatlichen Subventionen** auf fossile Brennstoffe für die Energiemärkte, den Klimaschutz und die Staatshaushalte,
- die Trends in den **Energiemärkten des Kaspischen Raums** und die Auswirkungen auf die weltweite Energieversorgung,
- die Aussichten für die Nutzung **unkonventionellen Erdöls**,
- wie die gesamte Erdbevölkerung **Zugang zu modernen Energiedienstleistungen** erhalten kann.

Mit umfassenden Daten, Projektionen und Analysen veranschaulicht der *WEO-2010*, wie das globale Energiesystem sich in den nächsten 25 Jahren entwickeln könnte. Das Buch liefert wertvolle Erkenntnisse und ist eine wesentliche Hilfe für alle Marktakteure des Energiesektors.

[www.iea.org](http://www.iea.org)

[www.worldenergyoutlook.org](http://www.worldenergyoutlook.org)



International  
Energy Agency

# World Energy Outlook 2010

**ZUSAMMENFASSUNG**

*German translation*

# INTERNATIONALE ENERGIE-AGENTUR

Die Internationale Energie-Agentur (IEA) wurde im November 1974 als autonome Institution gegründet. Sie hat einen doppelten Auftrag: die Energieversorgungssicherheit in ihren Mitgliedsländern durch gemeinsame Maßnahmen zur Bewältigung von Ölversorgungsstörungen zu fördern und ihre Mitgliedsländer in Fragen der Energiepolitik zu beraten.

Die IEA führt ein umfassendes Programm der Energiekooperation zwischen 28 fortgeschrittenen Volkswirtschaften durch, die alle verpflichtet sind, Ölvorräte im Umfang ihrer Nettoölimporte von 90 Tagen zu halten.

Die grundlegenden Ziele der IEA sind:

- Sicherung des Zugangs der Mitgliedsländer zu einer verlässlichen und umfassenden Versorgung mit allen Energieformen, insbesondere durch Aufrechterhaltung effektiver Krisenkapazitäten zur Bewältigung von Störungen der Ölversorgung.
- Förderung nachhaltiger energiepolitischer Maßnahmen, die Wirtschaftswachstum und Umweltschutz in einem globalen Kontext antreiben – vor allem in Bezug auf die Reduzierung der zum Klimawandel beitragenden Treibhausgasemissionen.
- Verbesserung der Transparenz der internationalen Märkte durch Erfassung und Analyse von Energiedaten.
- Unterstützung der weltweiten Zusammenarbeit im Bereich der Energietechnologie zur Sicherung der künftigen Energieversorgung und Verringerung ihrer Auswirkungen auf die Umwelt, u.a. durch eine Steigerung der Energieeffizienz sowie die Entwicklung und Markteinführung von CO<sub>2</sub>-armen Technologien.
- Ausarbeitung von Lösungen für globale Energieherausforderungen durch Zusammenarbeit und Dialog mit Nichtmitgliedsländern, Wirtschaft, internationalen Organisationen und sonstigen Akteuren.

Die IEA-Mitgliedsländer sind:

Australien  
Belgien  
Dänemark  
Deutschland  
Finnland  
Frankreich  
Griechenland  
Irland  
Italien  
Japan  
Kanada  
Republik Korea  
Luxemburg  
Neuseeland  
Niederlande  
Norwegen  
Österreich  
Polen  
Portugal  
Schweden  
Schweiz  
Slowakische Republik  
Spanien  
Tschechische Republik  
Türkei  
Ungarn  
Vereinigtes Königreich  
Vereinigte Staaten



International  
Energy Agency

© OECD/IEA, 2010

**International Energy Agency (IEA)**  
9 rue de la Fédération  
75739 Paris Cedex 15, France  
[www.iea.org](http://www.iea.org)

Diese Publikation unterliegt bestimmten  
Einschränkungen in Bezug auf ihre  
Verwendung und Verbreitung. Die entsprechenden  
Bedingungen können online eingesehen werden unter:  
[www.iea.org/about/copyright.asp](http://www.iea.org/about/copyright.asp)

Die Europäische Kommission  
beteiligt sich ebenfalls  
an der Arbeit der IEA.

Die Energiewelt steht vor beipiellosen Ungewissheiten. Die globale Wirtschaftskrise 2008-2009 versetzte die Energiemärkte in der ganzen Welt in Aufruhr. Der Energieausblick für die nächsten Jahre hängt nun davon ab, wie schnell die Weltwirtschaft sich wieder erholt. Langfristig sind es jedoch die Regierungen und ihre Antwort auf die gemeinsamen Herausforderungen des Klimawandels und der Energiesicherheit, welche die Zukunft des Energiesektors bestimmen werden. In den letzten zwölf Monaten hat sich die Wirtschaftslage erheblich verbessert, deutlich stärker, als viele zu hoffen wagten. Trotzdem bleibt der Konjunkturausblick für die kommenden Jahre sehr unsicher. Die Möglichkeit eines erneuten Abrutschens in die Rezession sowie ausufernde Staatsdefizite machen es ungewöhnlich schwierig, zuverlässige mittelfristige Energieprognosen aufzustellen. Gleichzeitig wurden mit der Verhandlung internationaler Klimaschutzvereinbarungen und der angekündigten Abschaffung ineffizienter staatlicher Subventionierung von fossilen Brennstoffen im vergangenen Jahr auch bemerkenswerte Fortschritte in der Energiepolitik erzielt. Die Entwicklung und der Ausbau CO<sub>2</sub>-armer Technologien erhielten im Rahmen staatlicher Hilfspakete zur Bewältigung der Wirtschaftskrise zusätzliche Finanzmittel und wirtschaftliche Anreize. Zusammengenommen könnten diese Maßnahmen helfen, die dringend nötige Transformation des globalen Energiesystems zu beschleunigen. Dennoch bleiben Zweifel an der Umsetzung jüngster energiepolitischer Entscheidungen. Selbst wenn diese umgesetzt würden, müsste noch viel mehr unternommen werden, um einen hinreichend schnellen Wandel zu ermöglichen.

**Das Ergebnis der UN Klimakonferenz in Kopenhagen im Dezember 2009 war ein Schritt in die richtige Richtung, reicht allerdings nicht aus, um die Nachhaltigkeit des zukünftigen Energiesystems zu gewährleisten.** Die Kopenhagener Vereinbarung, der sich alle großen Emittenten und nachträglich noch viele andere Länder angeschlossen haben, setzt das unverbindliche Ziel, die Erwärmung der Erde gegenüber dem vorindustriellen Niveau auf 2 Grad Celsius (2 °C) zu begrenzen. Zusätzlich gilt für die Industriestaaten das Ziel, bis 2020 jährlich 100 Milliarden USD für Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen in Entwicklungsländern bereitzustellen und sich Emissionsziele für 2020 zu setzen. Diese Vorgabe folgte der an alle Länder gerichteten Aufforderung der Teilnehmer des G-8 Gipfels im Juli 2009, ihre Emissionen bis 2050 um wenigstens 50% zu senken. Die in der Folge von einzelnen Ländern angekündigten Reduktionsziele reichen selbst bei vollständiger Umsetzung nicht aus, um das anvisierte 2 °C-Ziel zu erreichen. Das bedeutet nicht, dass das Ziel unerreichbar ist. Jedoch müssen auf Grundlage der heutigen Ziele nach 2020 sehr aufwändige und teure Maßnahmen ergriffen werden. Die Transformation des Energiesektors nach 2020 müsste so schnell durchgeführt werden, dass ernste Zweifel an der praktischen Umsetzbarkeit der erforderlichen Emissionsverringerungen zum Erreichen des 2 °C-Ziels bestehen.

**Die anlässlich des G-20-Gipfels im US-amerikanischen Pittsburgh im September 2009 eingegangene Verpflichtung, „mittelfristig ineffiziente staatliche Subventionen auf fossile Brennstoffe, die zur Energieverschwendung anregen, zu kürzen**

und auslaufen zu lassen“, könnte das enttäuschende Ergebnis von Kopenhagen zumindest teilweise ausgleichen. Diese Verpflichtung beruht auf der Erkenntnis, dass Subventionen zu Marktverzerrungen führen, Investitionen in umweltschonende Energieträger behindern und so auch die Bemühungen zum Klimaschutz untergraben können. Der vorliegende *World Energy Outlook* diskutiert die Ergebnisse einer von uns auf Wunsch der Staats- und Regierungschefs der G-20 Länder in Zusammenarbeit mit anderen internationalen Organisationen durchgeführten Analyse. Es zeigt sich, dass die Abschaffung der staatlichen Subventionen auf die Nutzung fossiler Brennstoffe, die sich 2009 auf 312 Milliarden USD beliefen, erhebliche Beiträge zur Energieversorgungssicherheit sowie zu Umweltschutzziele wie der Verringerung von Kohlendioxid- und anderen Emissionen leisten könnte.

## **Die jüngst angekündigten energiepolitischen Maßnahmen, wenn sie denn umgesetzt werden, können uns weiterbringen**

Der Ausblick auf den globalen Energiebedarf bis zum Jahr 2035 wird maßgeblich von energiepolitischen Maßnahmen und deren Einfluss auf Technologie, Energiepreise und das Verhalten der Endverbraucher bestimmt. In Anerkennung der bedeutenden energiepolitischen Fortschritte, die in jüngster Zeit erzielt wurden, berücksichtigt der diesjährige *World Energy Outlook* in seinem Hauptszenario – dem Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen – die von Ländern in der ganzen Welt getätigten generellen politischen Zusagen und angekündigten Pläne, einschließlich der Zusagen zur Verringerung der Treibhausgase und Pläne zur Abschaffung von Subventionen auf fossile Brennstoffe, selbst wenn für die Umsetzung noch keine konkreten Maßnahmen bestimmt oder angekündigt wurden. Aufgrund der Unverbindlichkeit der Zusagen und der verbreiteten Ungewissheit hinsichtlich ihrer Realisierung wird angenommen, dass diese Verpflichtungen relativ zurückhaltend umgesetzt werden. Der mögliche Effekt der Umsetzung dieser energiepolitischen Maßnahmen auf die Energiemärkte wird durch die Gegenüberstellung des Hauptszenarios mit dem Szenario der bestehenden energiepolitischen Rahmenbedingungen (früher Referenzszenario genannt) quantifiziert, welches annimmt, dass keine Änderung der zur Jahresmitte 2010 existierenden Rahmenbedingungen erfolgt, also die gemachten Zusagen nicht eingehalten werden. Darüber hinaus präsentieren wir die Ergebnisse des 450 Szenarios, das im WEO-2008 erstmals im Detail präsentiert wurde und aufzeigt, wie die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre auf rund 450 Partikel pro Millionen CO<sub>2</sub>-Äquivalente (ppm CO<sub>2</sub>-eq) begrenzt werden kann, im Einklang mit dem 2°C-Ziel.

Die von verschiedenen Ländern in letzter Zeit angekündigten Zusagen und Pläne können die Energienachfrage und den damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Ausstoß spürbar beeinflussen, wenn sie denn umgesetzt werden. Im Szenario der neuen energiepolitischen Maßnahmen steigt der globale Primärenergieverbrauch zwischen 2008 und 2035 um 36%, von ca. 12.300 Millionen auf 16.700 Millionen Tonnen Rohöleinheiten (MtRÖE), was einem durchschnittlichen Wachstum von 1,2% pro Jahr entspricht. Dem stehen 2% durchschnittliches Jahreswachstum in den letzten 27 Jahren gegenüber. Der projizierte Anstieg der Energienachfrage ist niedriger als im Szenario der bestehenden energiepolitischen Rahmenbedingungen, in dem der

Verbrauch im Zeitraum 2008-2035 jährlich um 1,4% steigt. Im 450 Szenario erhöht sich der Verbrauch zwischen 2008 und 2035 ebenfalls, aber im Jahresdurchschnitt nur um 0,7%. Das Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage wird in allen Szenarien über die Energiepreise sichergestellt. Im Szenario der bestehenden energiepolitischen Rahmenbedingungen steigen die Energiepreise am schnellsten, im 450 Szenario am langsamsten. Fossile Brennstoffe, also Erdöl, Kohle und Erdgas, bleiben in allen drei Szenarien bis 2035 die dominanten Energieträger. Ihr jeweiliger Anteil am Primärenergiemix variiert jedoch deutlich. Die Anteile der erneuerbaren Energien und der Kernkraft sind im 450 Szenario am höchsten und im Szenario der bestehenden energiepolitischen Rahmenbedingungen am niedrigsten. Kohle, Kernkraft und erneuerbare Energien (ohne Wasserkraft) weisen das breiteste Ergebnisspektrum und damit die höchste Unsicherheit hinsichtlich des künftig von ihnen gedeckten Energiebedarfs auf.

## **Schwellenländer, allen voran China und Indien, werden den Weltenergiebedarf in die Höhe treiben**

Im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen steigt die Nachfrage nach allen Energieträgern an. Auf fossile Brennstoffe entfällt dabei mehr als die Hälfte des Zuwachses im Bereich der Primärenergie. Steigende Endverbraucherpreise für fossile Energieträger als Folge des Preisdrucks an den internationalen Märkten und immer höhere Kosten für Kohlendioxidemissionen, sowie politische Rahmenbedingungen zur Förderung von Energiesparmaßnahmen und der Umstellung auf CO<sub>2</sub>-arme Energieträger, bremsen den weiteren Anstieg der Nachfrage nach fossilen Energieträgern. Erdöl bleibt der wichtigste fossile Brennstoff im Primärenergiemix bis ins Jahr 2035, obwohl sein Anteil, der 2008 noch 33% betrug, auf 28% sinkt. Dieser Rückgang ist bedingt durch die hohen Preise sowie die staatlichen Maßnahmen zur Förderung von Brennstoffeffizienz, wodurch im Industriesektor und in der Stromerzeugung der Brennstoffwechsel voranschreitet, und sich im Transportsektor neue Möglichkeiten zur Substitution von Treibstoffen ergeben. Die Nachfrage nach Kohle steigt bis 2025 und geht zum Ende des Referenzzeitraums langsam zurück. Aufgrund der vergleichsweise höheren Umweltfreundlichkeit und Nutzbarkeit sowie Einschränkungen hinsichtlich der Geschwindigkeit, mit der CO<sub>2</sub>-arme Technologien nutzbar gemacht werden können, erhöht sich der Verbrauch von Erdgas deutlich schneller als jener der übrigen fossilen Brennstoffe. Der Anteil der Kernkraft steigt von 6% in 2008 auf 8% im Jahr 2035. Der Einsatz moderner erneuerbarer Energien wie Wasserkraft, Windenergie, Solarenergie, Geothermie, moderne Biomasse und Gezeiten- bzw. Wellenkraft verdreifacht sich in der Referenzperiode. Ihr Anteil am Primärenergiemix steigt von 7% auf 14%. Der Verbrauch herkömmlicher Biomasse erhöht sich leicht bis 2020 und sinkt bis 2035 wegen des verstärkten Einsatzes moderner Brennstoffe in den Haushalten der Industrienationen knapp unter das gegenwärtige Niveau.

Auf Nicht-OECD-Mitgliedstaaten entfallen 93% des erwarteten Anstiegs des weltweiten Primärenergiebedarfs im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen. Diese Entwicklung spiegelt das schnellere Wachstum der Wirtschaftsleistung, der Industrieproduktion, der Bevölkerung und der Urbanisierung in diesen Ländern wider. China, wo der Verbrauch im vergangenen

Jahrzehnt in die Höhe schnellte, ist für 36% des erwarteten Anstiegs des Weltenergiebedarfs verantwortlich, und erhöht seinen Energiebedarf zwischen 2008 und 2035 um 75%. Im Jahr 2035 liegt Chinas Anteil am globalen Energiebedarf bei 22%, heute bei 17%. Indien leistet mit 18% den zweitgrößten Beitrag zum Anstieg bis 2035. Indiens Energieverbrauch wird sich bis 2035 mehr als verdoppeln. Außerhalb Asiens verzeichnet der Nahe Osten mit 2% pro Jahr den höchsten Zuwachs. Der Energiebedarf der OECD-Mitgliedstaaten steigt nur sehr langsam bis zum Jahr 2035. Dennoch sind die Vereinigten Staaten 2035 immer noch der zweitgrößte Energieverbraucher hinter China und weit vor Indien, das mit deutlichem Abstand auf dem dritten Platz liegt.

**Die wachsende Bedeutung Chinas auf dem Weltenergiemarkt kann nicht genug betont werden.** Die uns vorliegenden vorläufigen Daten deuten darauf hin, dass China die Vereinigten Staaten 2009 als den weltweit größten Energieverbraucher abgelöst hat. Dies ist umso bemerkenswerter, da China im Jahr 2000 nur halb so viel Energie wie die Vereinigten Staaten verbrauchte. Zwischen 2000 und 2008 wuchs Chinas Energiebedarf viermal so stark wie in den zehn Jahren davor. Es ist davon auszugehen, dass der Energiekonsum in China weiter steigen wird, da der Pro-Kopf-Verbrauch gegenwärtig nur ein Drittel des OECD-Durchschnitts beträgt und China mit 1,3 Milliarden Einwohnern die bevölkerungsstärkste Nation der Welt ist. Aus diesem Grund hängt der erwartete globale Energiebedarf im WEO-2010 stark von den Annahmen zu wesentlichen Einflussfaktoren in Bezug auf den Energieverbrauch in China ab. Dazu gehören die Annahmen zum Wirtschaftswachstum, zu den Veränderungen in der Wirtschaftsstruktur, zur Entwicklung der Energie- und Umweltpolitik sowie zur Geschwindigkeit der Urbanisierung. Chinas steigender Bedarf an fossilen Brennstoffimporten zur Deckung der wachsenden Binnennachfrage wird die internationalen Energiemärkte immer stärker beeinflussen. Angesichts der Größe des chinesischen Binnenmarktes könnten Chinas Bemühungen, den Anteil CO<sub>2</sub>-armer Technologien zu erhöhen, maßgeblich zur Senkung der Kosten solcher Technologien durch beschleunigtes technologisches Lernen und Skaleneffekte beitragen.

## **Kommt Peak Oil as geladener Gast, oder als ungewollter Geist?**

Es ist zu erwarten, dass sich die zunehmende Unempfindlichkeit von Angebot und Nachfrage gegenüber der Preisentwicklung in einem höheren Erdölpreis niederschlägt. Die zunehmende Konzentration des Erdölverbrauchs im Verkehrssektor und die Verlagerung der Nachfrage in Richtung subventionierter Energiemärkte beschränken die Möglichkeit, bei hohen Preisen die Nachfrage nach Erdöl durch Umstellung auf alternative Treibstoffe zu dämpfen. Angebotsseitig führen hohe Preise durch Investitionsbeschränkungen nur zu bescheidenen Produktivitätssteigerungen. Im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen kostet 1 Barrel Rohöl 2035 durchschnittlich 113 USD (in 2009 USD). 2009 waren es nur 60 USD. Kurzfristig dürfte die Preisvolatilität in der Praxis unverändert hoch bleiben. Die Nachfrage nach Öl (ohne Biokraftstoffe) wird beständig zunehmen und sich 2035 auf ca. 99 Millionen Barrel pro Tag (mb/d) belaufen; das sind 15 mb/d mehr als 2009. Das gesamte Nettowachstum kommt aus Nicht-OECD-Mitgliedstaaten, dabei beinahe die Hälfte aus China, wobei das Wachstum hauptsächlich vom Verkehrssektor ausgeht. Die Nachfrage in der OECD sinkt um mehr als 6 mb/d. Die globale Fördermenge erreicht 96 mb/d, die verbleibenden

3 mb/d sind auf Raffinierungsgewinne zurückzuführen. Die Rohölförderung erreicht 2020 ein Plateau von ca. 68 bis 69 mb/d, was unter dem 2006 erzielten Maximum von 70 mb/d liegt. Die Produktion von Gaskondensat (NGL) und die Förderung unkonventionellen Erdöls wachsen stark.

**Im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen steigern die OPEC-Staaten ihre Förderung bis 2035 kontinuierlich und bauen ihren Anteil an der globalen Förderung auf mehr als die Hälfte aus.** Auf den Irak entfällt ein Großteil dieses Anstiegs, was der Größe seiner Ressourcen entspricht. Der Irak dürfte hinsichtlich der Rohölförderung bis 2015 zu seinem Nachbarn Iran aufschließen und im Jahr 2035 7 mb/d fördern. Saudi Arabien erlangt die Rolle als der weltweit größte Erdölförderer von Russland zurück und steigert die Produktion zwischen 2009 und 2035 von 9,6 mb/d auf 14,6 mb/d. Der wachsende Anteil der OPEC-Staaten trägt zu der immer dominanteren Stellung der staatlichen Erdölkonzerne bei: zusammen sind sie für den gesamte Anstieg der weltweiten Förderung zwischen 2009 und 2035 verantwortlich. Die Produktion aus Nicht-OPEC-Ländern bleibt bis ca. 2025 konstant, da die steigende Förderung von Gaskondensat und unkonventionellem Erdöl die rückläufige Rohölförderung ausgleicht. Danach beginnt die Produktion der Nicht-OPEC-Länder abzunehmen. Die Menge der letztendlich förderbaren konventionellen und unkonventionellen Erdölvorräte ist eine wesentliche Unsicherheit bei der Betrachtung der langfristigen Perspektiven der globalen Erdölgewinnung.

**Die globale Erdölförderung wird natürlich eines Tages einen Peak erreichen, aber diese Förderspitze wird von Faktoren bestimmt, die sowohl Nachfrage als auch Angebot beeinflussen.** Im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen erreicht die Förderung insgesamt vor 2035 ihren Peak *nicht*, wenn auch beinahe. Im 450 Szenario wird die Förderspitze infolge der schwächeren Nachfrage mit 86 mb/d kurz vor 2020 erreicht, und geht danach stark zurück. Die Erdölpreise sind folglich deutlich niedriger. Die Botschaft ist klar: sollten die Staaten stärkere Maßnahmen ergreifen als momentan geplant, um den effizienteren Einsatz von Erdöl sowie die Entwicklung von Alternativen zu fördern, dann könnte der Erdölbedarf schon bald abnehmen, und als Ergebnis die Förderung relativ früh ihre Spitze erreichen. Diese Produktionsspitze wäre nicht durch mangelnde Ressourcen bedingt. Wenn Regierungen jedoch nicht oder nur wenig mehr unternehmen als heute, wird der Verbrauch zunehmen, die Kosten steigen, das wirtschaftliche Wachstum durch die Ölnutzung immer weiter belastet, die Verwundbarkeit gegenüber Lieferausfällen vergrößert und die Umwelt nachhaltig beschädigt.

## **Unkonventionelles Erdöl ist reichlich vorhanden, aber teurer**

Unkonventionelles Erdöl wird bis 2035 eine immer wichtigere Rolle bei der Energieversorgung der Welt spielen, unabhängig von politischen Maßnahmen zur Reduktion der Nachfrage. Im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen steigt die Förderung zwischen 2009 und 2035 von 2,3 mb/d auf 9,5 mb/d an. Der Mix wird von kanadischen Ölsanden und venezolanischem extraschwerem Erdöl dominiert, aber Kohle und Erdgasverflüssigung und, in geringerem Maße, Ölschiefer werden in der zweiten Hälfte der Referenzperiode an Bedeutung gewinnen. Die unkonventionellen Erdölressourcen gelten als riesig, es wird

davon ausgegangen, dass sie ein Mehrfaches der konventionellen Vorräte ausmachen. Ob und wie schnell sie gefördert werden hängt von ökonomischen und ökologischen Erwägungen ab, einschließlich der Kosten zur Minderung des Umwelteinflusses. Unkonventionelle Ölvorkommen gehören zu den teureren verfügbaren Optionen: sie benötigen hohe Vorlaufinvestitionen, die sich erst nach sehr langer Zeit amortisieren. Entsprechend spielen diese Vorkommen bei der Ermittlung zukünftiger Ölpreise eine Schlüsselrolle.

Bei der Förderung unkonventionellen Erdöls werden im Vergleich zu den meisten konventionellen Ölsorten generell mehr Treibhausgase ausgestoßen. In einer Well-to-wheels-Betrachtung ist der Unterschied jedoch kleiner, da der Großteil der Emissionen beim Verbrauch anfällt. Bei der Förderung kanadischer Ölsande liegen die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf Well-to-wheels-Basis um 5% bis 15% höher als bei konventionellen Rohölen. Geeignete Maßnahmen müssen ergriffen werden, um den Treibhausgasausstoß der unkonventionellen Ölförderung zu mindern. Dazu gehören effizientere Fördertechniken, Kohlendioxidabscheidung und -speicherung sowie die Beigabe von Biomasse in Kohleverflüssigungsanlagen. Einen weiteren Beitrag zur Entwicklung und Förderung konventioneller und unkonventioneller Ressourcen und Technologien kann ein optimiertes und umweltfreundlicheres Wasser- und Landmanagement leisten.

## **China könnte ein goldenes Zeitalter für Gas einläuten**

Erdgas wird zweifelsfrei bei der Energieversorgung der Welt mindestens während der kommenden zweieinhalb Jahrzehnte eine bedeutende Rolle spielen. Der globale Erdgasverbrauch, der 2009 wegen der Weltwirtschaftskrise zurückging, wird ab 2010 wieder auf seinen langfristigen Aufwärtstrend einschwenken. Erdgas ist der einzige fossile Brennstoff, für den die Nachfrage in allen Szenarien in 2035 höher ist als in 2008, auch wenn die Wachstumsraten in den einzelnen Szenarien markante Unterschiede aufweisen. Im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen werden 2035 insgesamt 4,5 Billionen Kubikmeter (m<sup>3</sup>) nachgefragt. Das sind 1,4 Billionen m<sup>3</sup> oder 44% mehr als 2008, was einem durchschnittlichen Wachstum von 1,4% pro Jahr entspricht. Am schnellsten wächst die Nachfrage in China mit knapp 6% pro Jahr. Da auf China mehr als ein Fünftel des Anstiegs des Weltverbrauchs bis 2035 entfallen, steht das Land auch volumenmäßig an der Spitze. Die chinesische Nachfrage nach Erdgas könnte sogar noch stärker anziehen, insbesondere wenn der Einsatz von Kohle aus ökologischen Gründen beschränkt wird. Im Nahen Osten erhöht sich die erwartete Nachfrage beinahe so schnell wie in China. Der Nahe Osten verfügt über relativ kostengünstig erschließbare Vorräte und führt in der Referenzperiode den Ausbau der Erdgasförderung mit einer Verdopplung der Produktion bis 2035 auf 800 Milliarden m<sup>3</sup> an. Im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen entfallen rund 35% des globalen Anstiegs der Gasproduktion auf unkonventionelle Ressourcen, d.h. Shale-Gas, Kohleflözgas und Tight-Gas, aus den USA und verstärkt aus anderen Regionen, insbesondere dem pazifischen Asien.

Die globale Erdgasschwemme als Folge der Weltwirtschaftskrise (die mit einem Nachfragerückgang einherging) sowie der boomenden Förderung unkonventionellen Erdgases in den Vereinigten Staaten und des Aufschwungs der Erdgasverflüssigung (LNG) könnte länger anhalten als von vielen erwartet. Auf Basis

der Erdgasnachfrage im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen betrug das Überangebot an Erdgas – gemessen als Differenz zwischen den tatsächlich gehandelten Mengen und der Gesamtkapazität der interregionalen Gaspipelines und LNG-Terminals – 2009 ca. 130 Milliarden m<sup>3</sup>, und könnte sich 2011 auf mehr als 220 Milliarden m<sup>3</sup> belaufen, bevor es langsam wieder abnimmt. Die Erdgasschwemme wird insbesondere in Europa den Druck auf die Gasexporteure aufrecht erhalten, die Bindung an den Erdölpreis aufzugeben. Dies könnte zu niedrigeren Preisen und folglich zu einer höheren Nachfrage nach Gas führen als prognostiziert, insbesondere in der Stromerzeugung. Auf längere Sicht dürfte die zunehmende Nachfrage nach Gasimporten, vornehmlich aus China, die Auslastungsquote in die Höhe treiben. Im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen steigt der Gashandel zwischen allen WEO-Regionen um rund 80%, von 670 Milliarden m<sup>3</sup> im Jahr 2008 auf 1.190 Milliarden m<sup>3</sup> im Jahr 2035. Weit mehr als die Hälfte des Gashandels erfolgt in Form von LNG.

## **Ein tiefgreifender Wandel in der Stromerzeugung steht bevor**

Die globale Nachfrage nach Strom dürfte weiterhin schneller steigen als die Nachfrage nach den übrigen Formen von Endenergie. Im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen nimmt der Stromverbrauch zwischen 2008 und 2035 jährlich um 2,2% zu. Mehr als 80% dieses Anstiegs entfällt auf Nicht-OECD-Länder. In China verdreifacht sich die Stromnachfrage zwischen 2008 und 2035. In den kommenden 15 Jahren wird China soviel neue Kraftwerkskapazität in Betrieb nehmen wie gegenwärtig in den Vereinigten Staaten installiert ist. Die in der Periode 2009-2035 insgesamt als Ersatz für Altanlagen sowie zur Deckung der steigenden Nachfrage neu in Betrieb genommene Kraftwerkskapazität beläuft sich auf ca. 5.900 Gigawatt (GW), 25% mehr als heute insgesamt in Betrieb sind. Über 40% der zusätzlichen Kapazität gehen bis 2020 ans Netz.

Die Stromerzeugung tritt mit der Verlagerung von Investitionen auf kohlenstoffarme Technologien in eine Phase tiefgreifenden Wandels ein. Diese Entwicklung ist eine Folge von höheren Preisen auf fossile Brennstoffe und der staatlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Energieversorgungssicherheit und zur Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen dominieren weiterhin fossile Brennstoffe, hauptsächlich Kohle und Erdgas, aber ihr Anteil an der Gesamterzeugung sinkt als Folge des Ausbaus der Kernkraft und der erneuerbaren Energien von 68% im Jahr 2008 auf 55% im Jahr 2035. Die Verlagerung auf CO<sub>2</sub>-arme Verfahren ist besonders in den OECD-Ländern sehr ausgeprägt. Weltweit bleibt Kohle auch 2035 der Hauptbrennstoff für die Stromerzeugung, obgleich ihr Anteil von heute 41% auf 32% zurückgeht. Der hohe Anstieg der kohlebefeuerter Stromerzeugung in den Nicht-OECD-Ländern wird teilweise vom Rückgang in den OECD-Mitgliedstaaten wettgemacht. Erdgasbefeuerte Stromerzeugung nimmt absolut gesehen zu, hauptsächlich in den Nicht-OECD-Ländern. Ihr Anteil an der Weltstromerzeugung bleibt allerdings mit ca. 21% über die gesamte Referenzperiode stabil. Der Anteil der Kernkraft an der Stromerzeugung nimmt nur marginal zu. Im Referenzzeitraum wird die Kapazität um 360 GW ausgebaut und die Lebensdauer einiger Anlagen verlängert. Der Umstieg auf Kernkraft, erneuerbare Energien und sonstige CO<sub>2</sub>-arme Technologien senkt den Kohlendioxidausstoß je erzeugter Stromeinheit zwischen 2008 und 2035 um ein Drittel.

## **Die Zukunft der erneuerbaren Energien hängt entscheidend von robuster staatlicher Förderung ab**

Erneuerbare Energien sind von entscheidender Bedeutung, um die Welt auf einen sichereren, zuverlässigeren und nachhaltigeren Energiepfad zu führen. Das Potenzial ist zweifellos immens, aber wie schnell ihr Anteil bei der Deckung des globalen Energiebedarfs wächst, hängt kritisch von der Stärke staatlicher Unterstützungsmaßnahmen ab. Diese werden entscheidend dazu beitragen, die Wettbewerbsfähigkeit von erneuerbaren Energien gegenüber anderen Energieträgern zu erhöhen und technologische Weiterentwicklung zu fördern. Sollten die Erdgaspreise niedriger sein als in unserer Analyse angenommen, wäre der Bedarf an staatlicher Förderung noch höher.

Die Möglichkeiten einer stärkeren Nutzung der erneuerbaren Energien sind – absolut betrachtet – in der Stromerzeugung am größten. Im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen verdreifacht sich die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zwischen 2008 und 2035. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Weltstromerzeugung erhöht sich in diesem Zeitraum von 19% auf beinahe ein Drittel und schließt damit zur Kohle auf. Dieser Anstieg geht in erster Linie auf Wind- und Wasserkraft zurück, wobei Wasserkraft in der Referenzperiode dominant bleibt. Die Stromerzeugung durch Photovoltaik-Anlagen nimmt rasch zu, obgleich ihr Anteil an der Weltstromerzeugung 2035 nur ca. 2% erreicht. Der Anteil moderner, erneuerbarer Energien an der Wärmeerzeugung in der Industrie und im Gebäudesektor steigt von 10% auf 16%. Die Nutzung von Biokraftstoffen erhöht sich zwischen 2008 und 2035 um mehr als das Vierfache, und liefert am Ende der Referenzperiode 8% des im Straßenverkehr benötigten Kraftstoffs (gegenüber 3% heute). Erneuerbare Energien sind generell kapitalintensiver als fossile Brennstoffe, so dass der Investitionsbedarf für ihren Ausbau sehr hoch ist: allein die in der Stromerzeugung für den Zeitraum 2010-2035 erforderlichen Mittel belaufen sich insgesamt auf geschätzte 5,7 Billionen USD (in 2009 USD). Der höchste Investitionsbedarf besteht in China, das in der Produktion von Windenergie- und Photovoltaikanlagen inzwischen eine Führungsrolle übernimmt und sich zu einem bedeutenden Anbieter von Anlagen und Komponenten entwickelt hat. Der Nahe Osten und Nordafrika bieten ein enormes Potenzial für den Ausbau der Solarenergie in größerem Umfang, doch müssen zuerst viele marktwirtschaftliche, technische und politische Herausforderungen bewältigt werden.

Obwohl die erneuerbaren Energien durch stetig steigende Preise für fossile Brennstoffe sowie technologischen Fortschritt immer wettbewerbsfähiger werden, dürfte der wachsende Anteil erneuerbarer Energien am Weltenergiemix von einer Zunahme staatlicher Unterstützung begleitet werden. Unseren Schätzungen zufolge beliefen sich die staatlichen Fördermittel weltweit für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien sowie Biokraftstoffen im Jahr 2009 auf insgesamt 57 Milliarden USD. Davon entfielen 37 Milliarden USD auf die Stromerzeugung. Im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen steigt die Unterstützung bis 2035 auf 205 Milliarden USD (in 2009 USD) oder 0,17% des Welt-Bruttoinlandsprodukts (BIP). Im Zeitraum 2010-2035 gehen 63% der Zuschüsse an die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Die Zuschüsse pro Stromeinheit sinken im weltweiten Durchschnitt zwischen 2009 und 2035 von 55 USD je Megawattstunde (MWh) auf

23 USD je MWh, weil die Großhandelspreise für Strom steigen und gleichzeitig die Erzeugungskosten durch technischen Fortschritt fallen. Diese Zahlen berücksichtigen noch nicht die zusätzlichen Kosten für die Systemintegration, die aufgrund der Erzeugungsvariabilität einiger erneuerbarer Energietechnologien (zum Beispiel bei Wind- und Solarenergie) signifikant sein können. Die staatliche Förderung für erneuerbare Energien ist grundsätzlich wegen der langfristigen Vorteile für Wirtschaft, Energieversorgungssicherheit und Umweltschutz gerechtfertigt, wobei aber die Kosteneffizienz der Unterstützungsmaßnahmen beachtet werden muss.

**Der Biokraftstoffverbrauch – also der Verbrauch von Kraftstoffen auf Basis von Biomasse – dürfte innerhalb des Referenzzeitraums wegen der steigenden Erdölpreise und der staatlichen Förderung weiterhin rasch zunehmen.** Im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen steigt der weltweite Biokraftstoffverbrauch von heute ca. 1 mb/d auf 4,4 mb/d im Jahr 2035. Die Vereinigten Staaten, Brasilien und die Europäische Union dürften die weltweit größten Erzeuger und Verbraucher von Biokraftstoffen bleiben. Von zukünftigen Biokraftstoffen, inklusive denen aus Lignocellulose, wird angenommen, dass diesen der Markteintritt im Jahr 2020 gelingt – überwiegend in den OECD-Ländern. Gegenwärtig sind die Herstellungskosten für Biokraftstoffe meistens höher als die Kosten für Ölimporte. Deshalb bedarf es meist starker staatlicher Anreize, um Biokraftstoffe wettbewerbsfähig zu machen. Weltweit beliefen sich die staatlichen Fördermittel in 2009 auf 20 Milliarden USD, der Großteil entfiel auf die Vereinigten Staaten und die Europäische Union. Die jährlichen Fördermittel dürften im Zeitraum 2010-2020 auf 45 Milliarden USD und 2021-2035 auf etwa 65 Milliarden USD steigen. Staatliche Förderungssysteme erhöhen normalerweise die Kosten für die Gesamtwirtschaft. Aber die Vorteile können ebenfalls signifikant sein, so zum Beispiel niedrigere Ölimporte und CO<sub>2</sub>-Emissionen, vorausgesetzt, dass die Bewirtschaftung der Biomasse nachhaltig erfolgt und nur eine geringe Menge fossiler Brennstoffe bei der Verarbeitung der Biomasse eingesetzt wird.

## **Die Nutzung des Energiereichtums der Kaspischen Region würde die weltweite Energieversorgungssicherheit verbessern**

Die Kaspische Region hat das Potenzial, durch die Diversifizierung der Erdöl- und Erdgasvorräte einen signifikanten Beitrag zur Energieversorgungssicherheit der übrigen Welt zu leisten. Das Gebiet birgt riesige Erdöl- und Erdgasressourcen, was zu einer wesentlichen Erhöhung der Förderung und des Exports über die nächsten zwanzig Jahre hinweg führen könnte. Der Entwicklung dieser Ressourcen stehen jedoch Hindernisse hinsichtlich der Finanzierung und des Baus grenzüberschreitender Leitungen, des Investitionsklimas und der Ungewissheit hinsichtlich der Exportnachfrage entgegen. Im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen nimmt die Erdölförderung im Kaspischen Raum stark zu, insbesondere in den ersten 15 Jahren der Referenzperiode. Sie steigt von 2,9 mb/d in 2009 auf ein Maximum von ca. 5,4 mb/d im Zeitraum 2025-2030, bevor sie 2035 wieder auf 5,2 mb/d sinkt. Kasachstan allein trägt diesen Anstieg der Erdölförderung und nimmt damit in 2035 Platz vier hinsichtlich des volumenmäßigen Wachstums hinter Saudi Arabien, dem Irak und Brasilien ein. Der Großteil der zusätzlichen Fördermenge geht in den Export, der sich bis kurz nach 2025 auf ein Maximum von 4,6 mb/d verdoppelt. Auch die Erdgasproduktion im Kaspischen

Raum wird kräftig wachsen, von geschätzten 159 Milliarden m<sup>3</sup> in 2009 auf knapp 260 Milliarden m<sup>3</sup> in 2020 und mehr als 310 Milliarden m<sup>3</sup> in 2035. Hauptträger dieser Expansion sind Turkmenistan und, in etwas geringerem Maße, Aserbaidschan und Kasachstan. Ähnlich wie im Ölbereich werden auch die Erdgasexporte dieser Region schnell zunehmen, von unter 30 Milliarden m<sup>3</sup> in 2009 auf 100 Milliarden m<sup>3</sup> in 2020 und 130 Milliarden m<sup>3</sup> in 2035. Der Kaspische Raum kann potenziell einen Großteil des europäischen und chinesischen Gasbedarfs abdecken, die Versorgungsquellen diversifizieren und die Energiesicherheit verbessern. China entwickelt sich zu einem wichtigen neuen Kunden der Region.

**Die nationale Energiepolitik und Markttrends sind nicht nur für die soziale und wirtschaftliche Entwicklung der Kaspischen Region entscheidend, durch die Bestimmung der Exportmengen beeinflussen sie auch die globalen Energieperspektiven.** Trotz einiger Verbesserungen in den letzten Jahren bleibt die Region sehr energieintensiv, wie anhaltende gewaltige Ineffizienzen in der Energienutzung (ein Erbe der Sowjetära) sowie klimatische und strukturelle Wirtschaftsfaktoren widerspiegeln. Wenn diese Region Energie so effizient nutzen würde wie die OECD-Länder, könnte sie den Primärenergieverbrauch der Region als Ganzes um die Hälfte senken. Wie schnell das Energieeffizienzpotenzial ausgeschöpft werden kann, hängt weitgehend von der staatlichen Energiepolitik ab, vor allem von den Energiepreisen (alle Länder im Kaspischen Raum subventionieren mindestens einen fossilen Brennstoff), den anstehenden Marktreflexen und der Finanzierung. Im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen steigt der Primärenergiebedarf im Kaspischen Raum in der Referenzperiode schrittweise mit einem Jahresdurchschnitt von 1,4%. Erdgas bleibt dabei der dominante Energieträger. In Kasachstan und Turkmenistan erhöht sich die Nachfrage am schnellsten, was im Wesentlichen auf höhere Wirtschaftswachstumsraten zurückzuführen ist.

## **Die Versprechen von Kopenhagen sind insgesamt weit weniger ambitioniert als das Gesamtziel**

Die Versprechen der einzelnen Länder zur Reduktion der Treibhausgase im Rahmen der Kopenhagener Vereinbarung reichen nicht aus, um das Ziel der Vereinbarung, die Erderwärmung auf 2°C zu begrenzen, umzusetzen. Wenn die Länder ihre Versprechen nur zögernd einlösen, wie wir es im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen annehmen, dürfte die zunehmende Nachfrage nach fossilen Energieträgern die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Energieerzeugung in der Referenzperiode weiterhin in die Höhe treiben. *Ein solcher Trend würde die Umsetzung des 2°C-Ziels unmöglich machen*, da die Emissionen nach 2020 zu radikal reduziert werden müssten. In diesem Szenario steigen die globalen Emissionen in der Referenzperiode weiterhin, obwohl das Wachstum sich allmählich verlangsamt. 2020 werden knapp 34 Gigatonnen (Gt) ausgestoßen, 2035 sind es über 35 Gt, eine Steigerung von 21% im Vergleich zu den 29 Gt des Jahres 2008. Das prognostizierte Wachstum der globalen Emissionen ist allein den Nicht-OECD-Ländern zuzuschreiben, während die Emissionen in den OECD-Mitgliedstaaten vor 2015 einen Höchststand erreichen und dann abnehmen. Diese Trends entsprechen einer Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration bei mehr als 650 ppm CO<sub>2</sub>-eq, was auf lange Sicht zu einem wahrscheinlichen Temperaturanstieg von mehr als 3,5°C führen würde.

Das 2°C-Ziel kann nur mit einer strengen Umsetzung der Zusagen bis 2020 und noch viel umfassenderen Maßnahmen danach realisiert werden. Klimaexperten zufolge müssten die Treibhausgase auf höchstens 450 ppm CO<sub>2</sub>-eq stabilisiert werden, um eine realistische Chance zu haben, das 2°C-Ziel einzuhalten. Das 450 Szenario beschreibt, wie der Energiesektor sich entwickeln könnte, damit das Ziel erreicht würde. In Abgrenzung zum Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen geht es von der Annahme aus, dass von den Zielen, die im Rahmen der Kopenhagener Vereinbarung angekündigt wurden, die ambitionierteren realisiert und die staatliche Subventionierung von fossilen Brennstoffen in den G-20 Staaten schneller abgeschafft werden. Das Ergebnis ist eine zunehmende Verlangsamung der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Energieerzeugung. Im 450 Szenario erreichen die Emissionen kurz vor 2020 mit 32 Gt einen Höhepunkt und fallen dann bis 2035 auf 22 Gt. Im Vergleich zum Szenario der bestehenden politischen Rahmenbedingungen wird die Hälfte der Reduktionsvorgaben in diesem Szenario mit nur zehn Maßnahmen zur Emissionsreduktion in fünf Regionen (Vereinigte Staaten, Europäische Union, Japan, China und Indien) umgesetzt. Während CO<sub>2</sub>-Steuern in der Stromerzeugung und der Industrie im Mittelpunkt der Emissionsreduktion in den OECD-Ländern und auf längere Zeit auch in anderen größeren Volkswirtschaften stehen (2035 kostet 1 t CO<sub>2</sub> 90-120 USD), ist das Auslaufen staatlicher Subventionen auf fossile Brennstoffe ein Eckpfeiler der Emissionsminderungen im Nahen Osten, Russland und Teilen Asiens. Der Anteil der Stromerzeugung an den globalen Emissionen sinkt bis 2035 von 41% auf 24%, und führt so die Dekarbonisierung der Weltwirtschaft an. Im Gegensatz dazu steigt der Anteil des Verkehrssektors von 23% auf 32%, da die rasche Emissionsverringeringung in diesem Bereich teurer ist als in den meisten anderen Bereichen.

Eine ausreichende Reduktion der Emissionen, um das 2°C-Ziel zu erreichen, würde eine tiefgreifende Veränderung des globalen Energiesystems erfordern. Im 450 Szenario erreicht der Erdölverbrauch kurz vor 2020 mit 88 mb/d seinen Höhepunkt, nur 4 mb/d über dem gegenwärtigen Niveau, und fällt auf 81 mb/d im Jahr 2035. Es müssten jedoch immer noch neue Kapazitäten von 50 mb/d errichtet werden, um die abnehmenden Fördermengen in den bestehenden Ölfeldern wettzumachen. Die bis 2035 zu erkundenden und zu entwickelnden Ölvorkommen entsprechen allerdings nur zwei Drittel der im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen nötigen Mengen und erlauben der Ölindustrie, einige der teuersten und umweltschädigendsten Projekte aufzuschieben. Die Kohlenachfrage erreicht ihren Höhepunkt vor 2020 und kehrt 2035 wieder auf ihr Niveau von 2003 zurück. Bei den fossilen Brennstoffen ist die Nachfrage nach Erdgas am wenigsten betroffen, aber auch sie erreicht vor dem Ende der 2020er ihren Höchststand. Erneuerbare Energien und Kernkraft stellen einen immer größeren Anteil des Energiemixes, bis 2035 verdoppeln sie ihren Anteil auf 38%. Der Anteil der Kernkraft an der Stromerzeugung wächst in diesem Zeitraum um rund 50% im Vergleich zu heute. Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nimmt am stärksten zu und steigt bis auf 45% der globalen Stromerzeugung, was dem zweieinhalbfachen des heutigen Anteils entspricht. Windkraft schnell auf 13% hoch, während Fotovoltaikanlagen und solarthermische Kraftwerke (CSP) auf mehr als 6% steigen. Kohlendioxidabscheidung und -speicherung (CCS) spielt eine wichtige Rolle bei der Reduktion der Emissionen aus der Stromerzeugung: 2035 wird in Kohlekraftwerken mit CCS mehr Strom erzeugt als in Kohlekraftwerken ohne diese Technologie. Auf sie

entfallen ca. drei Viertel der Stromerzeugung aller Kraftwerke mit CCS. Biokraftstoffe und CO<sub>2</sub>-arme Fahrzeuge spielen ebenfalls eine wichtigere Rolle als im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen. Bis 2035 sind mindestens gut 70% der Personenkraftwagen *advanced vehicles* (Hybrid, Plugin-Hybrid oder Elektroauto). Der breiter gestreute Energiemix verbessert die globale Energiesicherheit.

## **Der gescheiterte Gipfel in Kopenhagen hat uns mindestens 1 Billion USD gekostet ...**

Auch wenn die im Rahmen der Kopenhagener Vereinbarung eingegangenen Verpflichtungen in ihrer Gesamtheit umgesetzt würden, wären die nach 2020 nötigen Emissionsreduktionen viel teurer, als wenn die Länder sich kurzfristige ambitioniertere Ziele gesetzt hätten. Die Emissionsreduktionen, die diese Verpflichtungen bis 2020 bringen würden, sind so gering, dass nach 2020 viel tiefere Einschnitte nötig wären, um das 2°C-Ziel weiterhin zu realisieren. Im 450 Szenario des diesjährigen *World Energy Outlook* belaufen sich die zusätzlichen Ausgaben für CO<sub>2</sub>-arme Technologien (Investitionen der Unternehmen und Ausgaben der Konsumenten) im Zeitraum 2010-2035 auf 18 Billionen USD (in 2009 USD) mehr als im Szenario der bestehenden energiepolitischen Rahmenbedingungen und auf etwa 13,5 Billionen USD mehr als im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen. Die zusätzlichen Ausgaben im Vergleich zum Szenario der bestehenden energiepolitischen Rahmenbedingungen bis 2030 belaufen sich auf 11,6 Billionen USD, dies liegt um 1 Billion USD oberhalb unserer Schätzung vom letzten Jahr. Ferner würde das globale BIP 2030 um 1,9% verringert – verglichen mit einer Schätzung von lediglich minus 0,9% im letzten Jahr. Diese Unterschiede sind auf die höheren und schnelleren Emissionsreduktionen zurückzuführen, die nach 2020 aufgrund der langsameren Veränderung des Energieangebots und -verbrauchs in den Jahren davor notwendig werden.

## **... dennoch wäre das Kopenhagener Ziel (gerade) noch umsetzbar**

Die bescheidenen Versprechen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen im Rahmen des Kopenhagener Abkommens haben es zweifellos unwahrscheinlicher gemacht, dass das 2°C-Ziel erreicht werden kann. Zur Realisierung des 2°C-Ziels braucht es außergewöhnliche politische Anstrengungen aller Regierungen der Welt. Einen Indikator dafür, was für eine Anstrengung vonnöten ist, gibt die erforderliche Reduzierung der Kohlendioxidintensität im 450 Szenario, d.h. die CO<sub>2</sub>-Menge pro BIP-Dollar. Die Intensität müsste im Zeitraum 2008-2020 zweimal schneller sinken als zwischen 1990 und 2008. Zwischen 2020 und 2035 müsste der Rückgang sogar fast viermal schneller erfolgen. Heutige verfügbare Technologien könnten einen solchen Wandel ermöglichen, aber ein solcher Wandel müsste sich in beispiellosem Tempo vollziehen. Zudem bestehen ernsthafte Zweifel hinsichtlich der Einhaltung der Verpflichtungen bis 2020, da viele Vorgaben unklar sind und weniger ehrgeizig interpretiert werden könnten als im 450 Szenario angenommen. Eine Reihe von Ländern haben zum Beispiel Spannen für die Emissionsreduktion angegeben, andere haben Ziele auf der Grundlage von Kohlendioxid- oder Energieintensität festgelegt und/oder legen einen anderen

BIP-Ausgangswert zugrunde als wir in unseren Szenarien. Insgesamt gehen wir davon aus, dass die Ungewissheit hinsichtlich dieser drei Faktoren 3,9 Gt energiebedingter CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2020 entspricht, d.h. ca. 12% der im 450 Szenario erwarteten Emissionen. Es ist von entscheidender Bedeutung, dass diese Versprechen so streng wie möglich ausgelegt werden, und dass nach 2020 – oder sogar vor diesem Datum – viel ehrgeizigere Verpflichtungen eingegangen werden. Ansonsten würde das 2°C-Ziel wahrscheinlich endgültig unerreichbar werden.

## **Die Abschaffung der staatlichen Subventionen auf fossile Brennstoffe bringt einen dreifachen Vorteil**

Die völlige Abschaffung der staatlichen Subventionierung von fossilen Brennstoffen würde die Energieversorgungssicherheit erhöhen, Treibhausgasemissionen und Luftverschmutzung reduzieren und wirtschaftliche Vorteile bringen. Die Subventionierung fossiler Brennstoffe ist in vielen Ländern noch immer gängige Praxis. Diese Subventionen resultieren in einer wirtschaftlich ineffizienten Ressourcenallokation, verzerren den Wettbewerb und verfehlen dazu oft ihr eigentliches Ziel. Subventionen, die Energiepreise künstlich niedrig halten, fördern die Energieverschwendung, verschärfen die Energiepreis-Volatilität durch Verzerrung von Marktsignalen, reizen zu Kraftstoffverfälschung und -schmuggel an und untergraben die Wettbewerbsfähigkeit erneuerbarer Energien und effizienterer Energietechnologien. Für Länder, die ihren Energiebedarf aus Importen decken, stellen Subventionen oft eine große Last für die Staatshaushalte dar, während Erzeugerstaaten die Erschöpfung ihrer Ressourcen auf diese Weise beschleunigen und damit die Exporterlöse auf lange Sicht schmälern. 2009 belief sich die weltweite Subventionierung von fossilen Brennstoffen auf 312 Milliarden USD, der Großteil davon entfiel auf Nicht-OECD-Länder. Der jährliche Betrag ist großen Schwankungen unterworfen und hängt von den Energiepreisen an den internationalen Märkten, der nationalen Preispolitik und der Nachfrage ab. So wurden im Jahr 2008 fossile Brennstoffe von Staaten mit 558 Milliarden USD subventioniert. Nur ein Bruchteil dieser Subventionen kommt den Armen zugute. Inzwischen haben die globalen Bestrebungen, die staatliche Subventionierung von fossilen Brennstoffen abzuschaffen, bedeutend an Fahrt gewonnen. Im September 2009 verpflichteten sich die G-20-Staats- und Regierungschefs, die ineffiziente staatliche Subventionierung von fossilen Brennstoffen auslaufen zu lassen und effizienter zu gestalten. Dieser Entscheidung folgten im November 2009 auch die Staats- und Regierungschefs der APEC-Länder. Viele Staaten verfolgen nun einen Reformkurs, es sind aber hohe wirtschaftliche, politische und soziale Hürden zu überwinden, um nachhaltige Erfolge zu erzielen.

**Die Reform ineffizienter Energiesubventionen hätte dramatische Folgen für das Gleichgewicht von Angebot und Nachfrage auf den internationalen Energiemärkten.** Wir schätzen, dass eine weltweite Abschaffung aller staatlichen Subventionen für den Verbrauch fossiler Brennstoffe bis 2020 – so ambitioniert dieses Ziel auch anmuten mag – die globale Nachfrage nach Primärenergie gegenüber einem Szenario ohne auslaufende Subventionen um 5% senken würde. Das entspricht dem Gesamtverbrauch von Japan, Korea und Neuseeland zusammen. Der Ölverbrauch würde bis 2020 um 4,7 mb/d zurückgehen, was rund einem Viertel der gegenwärtigen Nachfrage

der Vereinigten Staaten entspricht. Der Abbau der Subventionierung von fossilen Brennstoffen könnte ein integraler Bestandteil der Antwort auf den Klimawandel sein: Ihre komplette Abschaffung würde die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2020 um 5,8% oder 2 Gt senken.

## **Die Energiearmut in den Entwicklungsländern erfordert dringende Maßnahmen**

Trotz der steigenden Energienutzung in der ganzen Welt haben noch viele arme Haushalte in Entwicklungsländern keinen Zugang zu modernen Energiedienstleistungen. Die Zahl ist bemerkenswert: wir schätzen dass 1,4 Milliarden Menschen – mehr als 20% der Weltbevölkerung – keinen Zugang zu Strom haben, und dass 2,7 Milliarden Menschen – rund 40% der Weltbevölkerung – mit traditioneller Biomasse kochen. Noch schlimmer, unsere Projektionen deuten darauf hin, dass dieses Problem noch geraume Zeit ungelöst bleibt: im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen haben 1,2 Milliarden Menschen im Jahr 2030 noch immer keinen Zugang zu Strom (obwohl in diesem Jahr der universelle Zugang zu modernen Energiedienstleistungen angestrebt wird), 87% davon leben in ländlichen Gebieten. Die meisten dieser Menschen leben in Afrika südlich der Sahara, Indien und anderen asiatischen Entwicklungsländern (außer China). In demselben Szenario *steigt* die Anzahl der Menschen, die mit traditioneller Biomasse kochen, bis 2030 auf 2,8 Milliarden, 82% davon leben in ländlichen Gebieten.

Den Zugang zu modernen Energiedienstleistungen prioritär voranzutreiben, kann zur Beschleunigung der sozialen und wirtschaftlichen Entwicklung beitragen. Das Millenniumsentwicklungsziel der Vereinten Nationen, extreme Armut und Hunger bis 2015 zu beseitigen, kann nicht umgesetzt werden, wenn der Zugang zu Energiedienstleistungen nicht wesentlich verbessert wird. Um das Ziel zu erreichen, müssten zusätzlich 395 Millionen Menschen mit Strom und zusätzlich 1 Milliarde Menschen mit sauberen Kochgelegenheiten versorgt werden. Zur Umsetzung des noch ehrgeizigeren Ziels des universellen Zugangs zu modernen Energiedienstleistungen bis 2030 wären zusätzliche Aufwendungen von 35 Milliarden USD pro Jahr erforderlich. Das entspricht knapp 3% der im Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen bis 2030 erwarteten globalen Investitionen in Infrastruktur zur Energieversorgung. Der resultierende Anstieg des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen wäre gering: gegenüber dem Szenario der neuen energiepolitischen Rahmenbedingungen wären der globale Erdölverbrauch 2030 knapp 1% und der CO<sub>2</sub>-Ausstoß lediglich 0,8% höher. Um auch nur eines der beiden Ziele annähernd erreichen zu können, muss die internationale Gemeinschaft anerkennen, dass die im Szenario dargestellte Situation nicht tolerabel ist, und sich verpflichtet, die nötigen Änderungen durchzuführen und den Fortschritt mithilfe von Zielformulierungen und Indikatoren zu überwachen. Der Energieentwicklungsindex, der in diesem *World Energy Outlook* präsentiert wird, könnte die Grundlage für die Zielformulierung und Fortschrittskontrolle bilden. Wir brauchen einen neuen finanziellen, institutionellen und technologischen Rahmen sowie verstärktes *capacity building* auf lokaler und regionaler Ebene. Worte sind nicht genug – wir müssen ihnen nun Taten folgen lassen. Dies können und müssen wir erreichen.

Dieses Dokument wurde ursprünglich auf Englisch veröffentlicht.  
Die IEA hat zwar im Rahmen des Möglichen sichergestellt,  
dass die deutsche Übersetzung dem englischen Original getreu ist,  
kleine Abweichungen sind jedoch nicht auszuschließen.

© OECD/IEA, 2010

No reproduction, copy, transmission or translation of this publication  
may be made without written permission.

Applications should be sent to: International Energy Agency (IEA)  
Head of Communication and Information Office, 9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, France.

Cover design: IEA. Photo credit: © Maciej Frolow, Brand X Pictures.



International  
Energy Agency

# Online bookshop

Buy IEA publications  
online:

[www.iea.org/books](http://www.iea.org/books)

PDF versions available  
at 20% discount

Books published before January 2009  
- except statistics publications -  
are freely available in pdf

International Energy Agency • 9 rue de la Fédération • 75739 Paris Cedex 15, France

**iea**

Tel: +33 (0)1 40 57 66 90

E-mail:  
[books@iea.org](mailto:books@iea.org)