

World Energy Outlook 2017

ZUSAMMENFASSUNG

German Translation



International
Energy Agency
Secure
Sustainable
Together



International
Energy Agency
Secure
Sustainable
Together

World Energy Outlook 2017

ZUSAMMENFASSUNG

German Translation

Für mehr Informationen besuchen
Sie bitte unsere Website: iea.org/weo/

INTERNATIONALE ENERGIE-AGENTUR

Die Internationale Energie-Agentur (IEA) wurde im November 1974 als autonome Institution gegründet. Ihr Hauptauftrag war – und ist – zweigeteilt: die Energieversorgungssicherheit ihrer Mitgliedsländer durch gemeinsame Maßnahmen zur Bewältigung von physischen Störungen der Ölversorgung zu fördern und maßgebliche Forschungsarbeiten und Analysen dazu zu liefern, wie eine verlässliche, erschwingliche und saubere Energieversorgung in ihren 28 Mitgliedsländern und darüber hinaus sichergestellt werden kann. Die IEA führt ein umfassendes Programm zur Energiekooperation zwischen ihren Mitgliedsländern durch, die alle verpflichtet sind, Ölreserven im Umfang ihrer Nettoölimporte von 90 Tagen zu halten. Die grundlegenden Ziele der IEA lauten wie folgt:

- 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 CO₂-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
Estland
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
Die Europäische Kommission
beteiligt sich ebenfalls
an der Arbeit der IEA.



**International
Energy Agency**
Secure
Sustainable
Together

© OCDE/IEA, 2017

International Energy Agency
Website: 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/t&c/

Vier große Veränderungen im globalen Energiesystem bilden den Hintergrund des *World Energy Outlook 2017 (WEO 2017 – Weltenergieausblick 2017)*:

- **Die rasche Verbreitung sauberer Energietechnologien und deren sinkende Kosten;** 2016 expandierten die Photovoltaikkapazitäten stärker als alle anderen Formen der Stromerzeugung; seit 2010 sind die Kosten neuer Photovoltaikanlagen um 70% gesunken (gegenüber einem Kostenrückgang für Windkraftanlagen um 25% und Batterien um 40%).
- **Die wachsende Bedeutung der Elektrizität im Energiemix;** 2016 waren die weltweiten Verbraucherausgaben für Strom fast genauso hoch wie die für Mineralölerzeugnisse.
- **Die Umorientierung hin zu einer stärker dienstleistungsorientierten Wirtschaft und einem saubereren Energiemix in China,** dem weltgrößten Energieverbraucher – Thema eines Schwerpunkts dieses *Outlook*.
- Die ungebrochene Stärke von **Schiefergas und Schieferöl in den Vereinigten Staaten**, die deren Position als weltgrößter Öl- und Gasproduzent trotz niedrigerer Preise festigt.

Diese Veränderungen kommen zu einer Zeit, da die traditionelle Unterscheidung zwischen Energieerzeugern und Energieverbrauchern zunehmend verschwimmt und eine neue Gruppe großer Entwicklungsländer, an deren Spitze Indien steht, in eine zentrale Position vorrückt. Wie diese Entwicklungen einzeln und im Zusammenspiel miteinander zum Tragen kommen, wird in diesem *Outlook* untersucht. Besondere Aufmerksamkeit gilt dabei ihren Auswirkungen auf Erdgas, den Brennstoff, der ein Schwerpunkt der diesjährigen Ausgabe ist. Zusammen eröffnen diese Entwicklungen neue Perspektiven für den Zugang zu erschwinglichen, nachhaltigen und zeitgemäßen Energieträgern, bieten neue Antworten auf die dringenden Umweltherausforderungen, vor denen die Welt steht, und ziehen eine Neubewertung und Stärkung von Konzepten der Versorgungssicherheit nach sich.

Unser neuer *Outlook* beschreibt verschiedene Zukunftsszenarien für die weltweite Energiewirtschaft bis 2040. Das **New Policies Szenario** untersucht, wie sich das Energiesystem bei Zugrundelegung der aktuellen Politik und der angekündigten Pläne entwickeln könnte. Dieses Szenario ist als Orientierungsgrundlage für die Politik gedacht, wenn versucht wird, eine bessere Entwicklung herbeizuführen. Das **Sustainable Development Szenario**, ein wichtiges neues Szenario, das im *WEO 2017* erstmals vorgestellt wird, beschreibt einen integrierten Ansatz zur Verwirklichung der energiebezogenen Aspekte der UN-Ziele für nachhaltige Entwicklung, d.h. entschlossene Klimaschutzmaßnahmen, universeller Zugang zu zeitgemäßer Energie bis 2030 und drastische Reduzierung der Luftverschmutzung. Dies sind die drei Bereiche, in denen die Entwicklung im New Policies Szenario hinter den Erfordernissen zurückbleibt.

Anstieg des Weltenergieverbrauchs bis 2040 im Umfang des aktuellen Verbrauchs von China und Indien

Im New Policies Szenario wächst der weltweite Energiebedarf zwischen heute und 2040 zwar weniger als in der Vergangenheit, aber immer noch um 30% – was einer Erhöhung des heutigen weltweiten Verbrauchs um ein weiteres China und ein weiteres Indien entspricht.

Die zentralen Annahmen, die unseren Projektionen zugrunde liegen, sind ein jahresdurchschnittliches Wachstum der Weltwirtschaft um 3,4%, ein Anstieg der Weltbevölkerungszahl von 7,4 Milliarden heute auf über 9 Milliarden im Jahr 2040 und ein Verstädterungsprozess, durch den sich die Zahl der weltweit in Städten lebenden Menschen alle 4 Monate um den Umfang einer Stadt der Größe von Shanghai erhöht. Den stärksten Beitrag zum Verbrauchswachstum leistet Indien mit fast 30%. Indiens Anteil am weltweiten Energieverbrauch erhöht sich bis 2040 auf 11%, womit er aber noch deutlich geringer ist als der Anteil, den Indien dann voraussichtlich an der Weltbevölkerung stellen wird (18%). Südostasien, Gegenstand eines gesonderten Berichts in der Publikationsreihe zum *WEO 2017*, entwickelt sich ebenfalls zu einem energiewirtschaftlichen Schwergewicht. Der Verbrauch steigt dort doppelt so schnell wie in China. Auf die Entwicklungsländer Asiens entfallen insgesamt zwei Drittel des weltweiten Wachstums des Energieverbrauchs, der Rest geht hauptsächlich vom Nahen Osten, Afrika und Lateinamerika aus.

Die erneuerbaren Energien stellen sich ihrer Herausforderung; Kohle gerät ins Hintertreffen

Im Vergleich zu den vergangenen 25 Jahren kommt es im New Policies Szenario zu einer radikalen Veränderung der Art und Weise, wie der steigende Energiebedarf gedeckt wird – angeführt von Erdgas, der raschen Expansion der erneuerbaren Energien und Energieeffizienz. Energieeffizienzsteigerungen tragen erheblich zur Entlastung der Angebotsseite bei; ohne sie fiel der voraussichtliche Anstieg des Endenergieverbrauchs doppelt so hoch aus. 40% des Anstiegs des Primärenergieverbrauchs werden aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt. Deren explosionsartige Expansion in der Stromerzeugung markiert das Ende der Boomjahre der Kohle. Seit 2000 sind die Kohleverstromungskapazitäten um fast 900 Gigawatt (GW) gestiegen. Der Nettozubau zwischen heute und 2040 beträgt indessen nur 400 GW, und viele dieser Kraftwerke sind bereits im Bau. In Indien verringert sich der Anteil der Kohle am Stromerzeugungsmix zwischen 2016 und 2040 von Dreivierteln auf unter die Hälfte. Ohne CO₂-Abscheidung und -Speicherung in großem Rahmen stagniert der Kohleverbrauch. Das Wachstum des Ölverbrauchs setzt sich bis 2040 fort, allerdings immer langsamer. Die Erdgasnutzung expandiert bis 2040 um 45%; angesichts begrenzter Expansionsmöglichkeiten in der Stromerzeugung wird die Industrienachfrage zum wichtigsten Wachstumsfaktor. Die Aussichten für die Kernenergie haben sich seit der letzten Ausgabe des *Outlook* eingetrübt. Unter dem führenden Einfluss von China, das die Vereinigten Staaten 2030 als weltgrößter Produzent von Kernenergie überholt, wird jedoch weiterhin ein langsamer Produktionsanstieg verzeichnet.

Zwei Drittel der weltweiten Investitionen in Stromerzeugungsanlagen fließen in erneuerbare Energien, die in vielen Ländern zur kostengünstigsten Option für neue Stromerzeugung werden. Dank der raschen Verbreitung der Photovoltaik, vorangetrieben von China und Indien, wird die Sonnenenergie 2040 zur wichtigsten CO₂-armen Stromerzeugungsquelle. Der Anteil der erneuerbaren Energien insgesamt an der Gesamtstromerzeugung beträgt 2040 40%. In der Europäischen Union basieren 80% der neuen Kapazitäten auf erneuerbaren Energien, und die Windenergie wird infolge eines starken Ausbaus sowohl der Onshore- als auch der Offshore-Kapazitäten dort schon bald nach 2030 zur führenden Stromquelle. Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien wird weiterhin durch die Politik gefördert, und zwar zunehmend durch wettbewerbliche Auktionsverfahren anstelle von Einspeisetarifen. Beschleunigt wird der Wandel in der Stromerzeugung durch die Millionen von Haushalten, Gemeinden und Unternehmen, die direkt in dezentrale Photovoltaik investieren. Das Wachstum der erneuerbaren Energien beschränkt sich nicht auf die Stromerzeugung. Auch die weltweite Nutzung erneuerbarer Energien in der Wärmeerzeugung und im Verkehr verdoppelt sich, allerdings ausgehend von einem niedrigen Niveau. In Brasilien erhöht sich der Anteil der direkten und indirekten Nutzung erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch von 39% heute auf 45% im Jahr 2040. Weltweit steigt er im gleichen Zeitraum von 9% auf 16%.

Zukunft unter Strom

Die Elektrizität ist weltweit die wachsende Kraft im Endenergieverbrauch. Auf sie entfallen 40% des weltweiten Anstiegs des Endenergieverbrauchs bis 2040 – genauso viel wie auf Öl während der letzten 25 Jahre. Industrielle Elektromotoren machen im New Policies Szenario ein Drittel des Anstiegs des Stromverbrauchs aus. Steigende Einkommen haben zur Folge, dass Millionen von Haushalten neue Elektrogeräte kaufen (darunter ein wachsender Anteil „intelligenter“ vernetzter Geräte) und Klimaanlage installieren. Der Stromverbrauch für die Raumkühlung ist in China 2040 höher als der Gesamtstromverbrauch in Japan heute. Außerdem steigt die Zahl der Stromkunden infolge der Ausweitung des Zugangs zu Elektrizität weltweit um 45 Millionen jährlich. Das Ziel eines universellen Zugangs zu Strom bis 2030 ist damit jedoch noch nicht erreicht. Die Elektrizität expandiert nicht nur in ihren traditionellen Einsatzbereichen, sondern dringt zunehmend auch in Wärmeerzeugung und Verkehr vor. Dadurch erhöht sich ihr Anteil am Energieendverbrauch auf fast ein Viertel. Verstärkte Initiativen der Wirtschaft und Unterstützung durch die Politik – u.a. mit der jüngsten Entscheidung Frankreichs und des Vereinigten Königreichs, den Verkauf konventioneller Diesel- und Benzinfahrzeuge ab 2040 zu verbieten – sorgen dafür, dass die Zahl der Elektrofahrzeuge weltweit in unseren Projektionen von 2 Millionen heute auf 280 Millionen im Jahr 2040 steigt.

Um den zunehmenden Bedarf zu decken, muss China seine Elektrizitätsinfrastruktur bis 2040 in einem Umfang vergrößern, der dem heutigen Stromsystem der Vereinigten Staaten entspricht, während Indien sein Stromsystem um den Umfang der heutigen Kapazitäten der

Europäischen Union erweitern muss. Das Ausmaß des künftigen Strombedarfs und die Herausforderung der Dekarbonisierung der Stromversorgung erklären, warum die weltweiten Investitionen im Elektrizitätssektor 2016 erstmals höher waren als die in Öl und Gas und warum die Stromversorgungssicherheit einen immer wichtigeren Platz in der Politikagenda einnimmt. Kostensenkungen bei den erneuerbaren Energien allein reichen nicht aus, um eine effiziente Dekarbonisierung oder eine verlässliche Versorgung zu gewährleisten. Die Herausforderung für die Politik besteht darin, ausreichende Investitionen in Stromnetze sowie in einen Mix an Stromerzeugungstechnologien zu sichern, der den Anforderungen des Stromsystems optimal gerecht wird. So kann für die angesichts des wachsenden Beitrags von Windenergie und Photovoltaik zunehmend unverzichtbare Flexibilität gesorgt werden (was auch einer der Gründe ist, warum der Blick auf die Zusammenhänge zwischen Strom- und Gasversorgungssicherheit gerichtet werden muss). Die zunehmende Digitalisierung der Wirtschaft erhöht die Effizienz und erleichtert den flexiblen Betrieb der Stromsysteme, lässt aber auch potenzielle neue Gefährdungen entstehen, denen begegnet werden muss.

Wenn sich China verändert, ändert sich alles

China tritt in eine neue Phase seiner Entwicklung ein. Das Augenmerk der Energiepolitik liegt nun ganz klar auf Strom, Erdgas und saubereren, hocheffizienten sowie digitalen Technologien. Chinas Wirtschaft war in der Vergangenheit stark auf Schwerindustrie, Infrastrukturausbau und die Ausfuhr von Industriegütern ausgerichtet. Dadurch konnten Millionen Menschen der Armut und auch der Energiearmut entkommen. Zugleich führte dies aber zur Entstehung eines von Kohle dominierten Energiesystems und zahlreichen schwerwiegenden Umweltproblemen. Jedes Jahr sterben fast zwei Millionen Menschen an den Folgen von Luftverschmutzung. Mit der vom Präsidenten geforderten „Energievolution“, dem „Kampf gegen die Umweltverschmutzung“ und dem Übergang zu einem stärker dienstleistungsorientierten Wirtschaftsmodell schlägt der Energiesektor eine neue Richtung ein. Das Verbrauchswachstum hat sich drastisch von durchschnittlich 8% pro Jahr im Zeitraum 2000-2012 auf weniger als 2% jährlich seit 2012 verlangsamt. Im New Policies Szenario ergibt sich ein weiterer Rückgang auf durchschnittlich 1% pro Jahr bis 2040. Vorschriften zur Energieeffizienz erklären einen großen Teil dieser Verlangsamung – ohne neue Energieeffizienzmaßnahmen wäre der Endenergieverbrauch 2040 um 40% höher. Trotzdem liegt der Pro-Kopf-Endenergieverbrauch in China 2040 über dem der Europäischen Union.

Chinas Entscheidungen haben gewaltigen Einfluss auf die globalen Trends und könnten die Transformation hin zu einer sauberen Energieversorgung beschleunigen. Aufgrund des Ausmaßes seiner Anstrengungen zum Ausbau sauberer Energien, seiner Technologieexporte und seiner Direktinvestitionen im Ausland ist China ein entscheidender Motor der Transformation hin zu einer CO₂-armen Wirtschaft: Ein Drittel der neuen Windstrom- und Photovoltaikkapazitäten weltweit entsteht im New Policies Szenario in China, und auf China entfallen auch über 40% der weltweiten Investitionen in Elektrofahrzeuge. Von China geht ein Viertel des voraussichtlichen Anstiegs des weltweiten Erdgasverbrauchs aus. Mit den 280 Mrd. m³ Erdgas, die China den Projektionen zufolge 2040 importiert, wird es nur von der

Europäischen Union überboten. Damit ist es einer der Hauptakteure des Weltgashandels. Etwa gegen 2030 überholt China die Vereinigten Staaten als weltgrößten Ölverbraucher. Seine Nettoölimporte belaufen sich 2040 auf 13 Mio. Barrel pro Tag. Strenge Energieeffizienzmaßnahmen für Pkw und Lkw sowie eine Entwicklung, in deren Folge 2040 jeder vierte Pkw in China ein Elektroauto sein wird, bedeuten jedoch, dass China nicht mehr der wichtigste Treiber des Weltölverbrauchs ist. Ab 2025 wächst der Ölverbrauch in Indien stärker als in China. China bleibt zwar eine dominierende Kraft auf den Kohlemärkten, unseren Projektionen zufolge erreichte sein Kohleverbrauch 2013 jedoch seinen Höhepunkt, und er wird bis 2040 um fast 15% sinken.

Der Schiefergas und -öl boom in den Vereinigten Staaten erfasst nun auch deren Exporte

Dank einer beachtlichen Fähigkeit, neue Vorkommen kosteneffizient zu erschließen, erreicht die Öl- und Gasförderung der Vereinigten Staaten in Summe ein um 50% höheres Niveau, als je zuvor von einem anderen Land erzielt wurde. Ende der 2020er Jahre werden die Vereinigten Staaten, die bereits jetzt Nettogasexporteur sind, auch Nettoexporteur von Öl sein. In unseren Projektionen steigt die Schieferölförderung der Vereinigten Staaten zwischen 2010 und 2025 um 8 Mio. Barrel pro Tag – in einem zusammenhängenden Zeitraum entspricht dies dem stärksten Zuwachs an Ölförderung, der je in der Geschichte der Ölmärkte von einem einzelnen Land erreicht wurde. Mit einem Anstieg der Schiefergasförderung um 630 Mrd. m³ in den 15 Jahren ab 2008 dürften die Vereinigten Staaten den bisherigen Rekord in der Gasförderung ebenfalls problemlos übertreffen. Ein Zuwachs dieser Größenordnung hat weitreichende Auswirkungen innerhalb Nordamerikas und begünstigt umfangreiche Investitionen in die Petrochemie sowie andere energieintensive Wirtschaftszweige. Zudem führt sie zu einer Veränderung internationaler Handelsströme, bedeutet aber ebenso eine Herausforderung für etablierte Anbieter und Geschäftsmodelle. Mitte der 2020er Jahre werden die Vereinigten Staaten zum weltgrößten Exporteur von Flüssigerdgas (LNG) und wenige Jahre später auch zum Nettoölexporteur. Sie werden zwar weiterhin in großem Ausmaß schwerere Rohölsorten importieren, die der Konfiguration ihrer Raffinerien entsprechen, dabei aber in noch größerem Umfang leichte Rohölsorten und Raffinerieerzeugnisse exportieren. Diese Wende beruht keineswegs nur auf einer angebotsseitigen Entwicklung: Ohne kontinuierliche Verbesserungen ihrer Energieeffizienzstandards würden die Vereinigten Staaten Nettoölimporteur bleiben. In unseren Projektionen wird Nordamerika bei Einrechnung höherer Fördermengen aus Kanada und Mexiko zur wichtigsten Quelle zusätzlichen Rohöls auf den internationalen Märkten (das zusätzliche Rohölangebot aus dem Nahen Osten wird durch das dortige Wachstum der Raffineriekapazitäten und des Verbrauchs begrenzt). 2040 gehen etwa 70% des Weltölhandels nach Asien, da die asiatischen Rohölimporte um stattliche 9 Mio. Barrel pro Tag anschwellen. Angesichts der damit einhergehenden Verlagerung von Risikostrukturen muss die Frage der Ölversorgungssicherheit und ihrer Gewährleistung einer Neubeurteilung unterzogen werden.

Die Elektromobilität nimmt Fahrt auf, ein Nachruf auf den Verbrennungsmotor ist aber noch verfrüht

In Bezug auf das weltweite Ölangebot machen die Vereinigten Staaten bis 2025 80% des Anstiegs aus und wirken kurzfristig weiterhin preissenkend, die Verbraucher rund um die Welt sind jedoch noch nicht bereit, sich vom Öl zu verabschieden. Im New Policies Szenario setzt sich das kräftige Verbrauchswachstum bis Mitte der 2020er Jahre fort, anschließend verlangsamt es sich aber deutlich, da der Kraftstoffverbrauch von Pkw aufgrund von Effizienzsteigerungen und Umstellung auf alternative Energieträger sinkt (obwohl sich die Anzahl der Pkw bis 2040 auf 2 Milliarden weltweit verdoppelt). Die von anderen Sektoren ausgehende Dynamik reicht aus, um den Ölverbrauch bis 2040 weiter auf 105 Mio. Barrel pro Tag ansteigen zu lassen. Der Ölverbrauch der Petrochemie ist der größte Wachstumsfaktor, dicht gefolgt vom steigenden Verbrauch im Lastkraftwagenverkehr (80% des weltweiten Pkw-Umsatzes sind derzeit von Energieeffizienzvorschriften betroffen, aber nur 50% des Lkw-Umsatzes), in der Luftfahrt und der Schifffahrt. Wenn der Anstieg der Schieferölförderung in der Vereinigten Staaten Ende der 2020er Jahre aufhört und die Förderung der Nicht-OPEC-Länder insgesamt zu sinken beginnt, wird der Markt zunehmend auf einen Ausgleich durch den Nahen Osten vertrauen müssen. Es besteht nach wie vor großer Investitionsbedarf, um bis 2040 insgesamt 670 Mrd. Barrel neuer Vorkommen zu erschließen – hauptsächlich, um den Förderrückgang der existierenden Ölfelder auszugleichen, weniger, um die steigende Nachfrage zu decken. Aufgrund der angespannten Lage auf den Angebots- und Dienstleistungsmärkten übt dies im New Policies Szenario anhaltenden Kosten- und Preisdruck aus und zwingt Unternehmen neue und komplexere Projekte zu initiieren.

Im Fall einer noch stärkeren Aufwärtsentwicklung für US-Schieferöl und einer rascheren Umstellung auf Elektroautos würden die Ölpreise länger auf niedrigem Niveau verharren. Diese Möglichkeit wird in einem Niedrig-Ölpreisszenario untersucht, in dem sich das Angebot der Vereinigten Staaten infolge einer Verdoppelung der geschätzten Schieferölvorkommen auf über 200 Mrd. Barrel erhöht und eine weiter reichende Digitalisierung den Kostenanstieg im Upstream-Bereich weltweit bremst. Größere Unterstützung durch die Politik und ein stärkerer Infrastrukturausbau begünstigen eine wesentlich raschere Durchsetzung der Elektromobilität, so dass sich die Anzahl der Elektroautos weltweit bis 2040 auf 900 Millionen erhöht. Die vorteilhafte Annahme, dass es den wichtigsten erdölproduzierenden Weltregionen möglich ist, niedrigere Öleinnahmen zu kompensieren, reicht aus, um die Preise bis 2040 bei 50-70 \$ pro Barrel zu halten. Dieses Preisniveau genügt jedoch nicht, um eine deutliche Wende beim globalen Ölverbrauch auszulösen. Selbst im Fall einer raschen Umstellung der Pkw-Flotte wären drastischere Maßnahmen von Seiten der Politik in anderen Sektoren nötig, um den Anstieg des weltweiten Verbrauchs zu stoppen. In einem Umfeld niedrigerer Ölpreise haben die Verbraucher sonst wenig wirtschaftliche Anreize, auf andere Energieträger umzusteigen oder Öl effizienter einzusetzen. Bei einem voraussichtlich - zumindest auf kurze Sicht - weiterhin stabilen Verbrauchswachstum ist die Tatsache, dass die Investitionen in neue konventionelle Ölvorkommen 2017 das dritte Jahr in Folge auf niedrigem Niveau liegen, daher ein Warnsignal in Bezug auf das künftige Marktgleichgewicht.

Damit entsteht ein erhebliches Risiko unzureichender neuer Angebotskapazitäten in den 2020er Jahren.

Flüssigerdgas führt zu einer Neuordnung der weltweiten Gasmärkte

Erdgas, der Brennstoff im Fokus des WEO 2017, gewinnt weiter an Bedeutung und deckt im Jahr 2040 im New Policies Szenario ein Viertel des weltweiten Energieverbrauchs. Damit wird es im globalen Energiemix zum zweitwichtigsten Energieträger nach Öl. In rohstoffreichen Regionen wie dem Nahen Osten spricht vieles für eine stärkere Nutzung von Erdgas, vor allem als Ersatz für Öl. In den Vereinigten Staaten sorgt das große Angebot dafür, dass der Anteil der Gasverstromung bis 2040 hoch bleibt, auch ohne nationale Maßnahmen zur Begrenzung der Verwendung von Kohle. 80% des projizierten Nachfragewachstums von Erdgas entfallen jedoch auf Entwicklungsländer, allen voran China, Indien sowie weitere asiatische Länder, in denen Erdgas größtenteils importiert werden muss (weshalb Transportkosten eine wesentliche Rolle spielen) und es derzeit häufig noch an der nötigen Infrastruktur mangelt. Gas unterstützt die politischen Prioritäten der Region, da es Wärme- und Stromerzeugung sowie Mobilität mit einem geringeren Ausstoß an Kohlenstoffdioxid (CO₂) und sonstigen Emissionen ermöglicht als andere fossile Brennstoffe und so die Luftverschmutzung zu mindern hilft. Das Umfeld ist jedoch schwierig, nicht nur durch den Wettbewerbsdruck der Kohle, sondern auch durch erneuerbare Energien, die in einigen Ländern Mitte der 2020er Jahre zu einer kostengünstigeren Option für neue Stromerzeugungskapazitäten werden als Gas. Somit dürfte sich die Position von Gas im Strommarkt verändern, weg von einer Grundlast- hin zu einer Spitzenlastabdeckung. Energieeffizienzmaßnahmen begrenzen ebenfalls die Gasnutzung: Die Gasverstromung expandiert bis 2040 zwar um über die Hälfte, der entsprechende Gasverbrauch steigt dank eines stärkeren Einsatzes hocheffizienter Kraftwerke aber nur um ein Drittel.

Flüssigerdgas (LNG) aus den Vereinigten Staaten beschleunigt die Entwicklung hin zu einem flexibleren, liquideren, globalen Markt. Dass die Versorgung mit Erdgas auch über die aktuelle Phase eines ausreichenden Angebots und niedrigerer Preise hinaus erschwinglich und sicher bleibt, ist entscheidend für die langfristigen Aussichten dieses Energieträgers. Auf LNG entfallen fast 90% des voraussichtlichen Wachstums des internationalen Handels bis 2040. Mit einigen wenigen Ausnahmen, darunter vor allem die neue Verbindung zwischen Russland und China, haben es große neue Pipelineprojekte schwer in einer Welt, die die Vorteile von LNG zu schätzen weiß. Der Wandel der Gasmärkte wird beschleunigt durch die Marktliberalisierung in Japan und in anderen asiatischen Volkswirtschaften sowie durch den Aufstieg von Portfolio-Playern – großen Unternehmen mit einer breiten Angebotspalette. Neue – häufig kleinere – Käufer treten auf den Plan: Die Anzahl an LNG-importierenden Ländern hat sich von 15 im Jahr 2005 auf 40 heute erhöht. Das Gasangebot wird zudem zunehmend diversifizierter: Die Zahl der Gasverflüssigungsanlagen verdoppelt sich weltweit bis 2040, wobei die meisten neuen Anlagen in den Vereinigten Staaten und Australien entstehen, gefolgt von Russland, Katar, Mosambik und Kanada. Die Preisbildung basiert

zunehmend auf dem Wettbewerb zwischen verschiedenen Gasquellen anstatt auf einer Bindung an den Ölpreis. Durch Lieferortflexibilität, hub-basierte Preisbildung und die Bereitstellung zusätzlicher Spotmengen wirkt LNG aus den Vereinigten Staaten wie ein Katalysator auf die sich im Wandel befindlichen Gasmärkte. Dieser Wandel kann zur Verbesserung der Versorgungssicherheit führen, es besteht aber auch das Risiko einer harten Landung in den 2020er Jahren, wenn Unsicherheit über Tempo und Richtung der Veränderungen neue Investitionen hemmt. Auf längere Sicht kann ein größerer und liquiderer LNG Markt einen Ausgleich für geringere Flexibilität in anderen Teilen des Energiesystems schaffen (z.B. für verringerte Möglichkeiten des Energieträgerwechsels in einigen Ländern infolge eines Ausstiegs aus der Kohleverstromung). Unseren Schätzungen zufolge würden die großen Importregionen 2040 ungefähr 10 Tage brauchen, um ihre Importe um 10% zu erhöhen, eine Woche weniger, als dafür heute in Europa, Japan und Korea erforderlich sein dürfte.

Unzureichende Fortschritte in den Bereichen Zugang zu Strom, Luftverschmutzung und Treibhausgasemissionen

Der globale Zugang zu Elektrizität liegt immer noch in weiter Ferne, und die Ausdehnung des Zugangs zu emissionsarmen Kochanlagen erweist sich sogar als noch schwieriger. Es gibt positive Zeichen: Seit 2012 haben jährlich über 100 Millionen Menschen zusätzlich Zugang zu Elektrizität erlangt (im Vergleich zu ungefähr 60 Millionen pro Jahr im Zeitraum 2000-2012). Besonders beeindruckend sind die in Indien und Indonesien erzielten Fortschritte, und in Subsahara-Afrika schritt die Elektrifizierung 2014 erstmals schneller voran als das Bevölkerungswachstum. Doch trotz dieser Dynamik haben im New Policies Szenario etwa 675 Millionen Menschen – davon 90% in Subsahara-Afrika – 2030 immer noch keinen Zugang zu Elektrizität (gegenüber 1,1 Milliarden heute), und 2,3 Milliarden werden weiterhin Biomasse, Kohle oder Kerosin zum Kochen verwenden müssen (gegenüber 2,8 Milliarden heute). Die Innenraumluftverschmutzung wird derzeit für 2,8 Millionen vorzeitige Todesfälle jährlich verantwortlich gemacht. Außerdem könnten mehrere Milliarden Stunden, die aktuell – hauptsächlich von Frauen – mit dem Sammeln von Brennholz fürs Kochen verbracht werden, produktiver genutzt werden.

Die Luftqualität genießt zunehmende Aufmerksamkeit der Politik und in unseren Projektionen sinken die weltweiten Emissionen aller wesentlicher Luftschadstoffe. Die von ihnen ausgehenden Gesundheitsfolgen sind weiterhin ernst. Die alternde Bevölkerung vieler Industrienationen ist anfälliger gegenüber den Folgen der Luftverschmutzung und die Verstädterung kann zu einer stärkeren Aussetzung gegenüber Luftschadstoffen aus dem Verkehr führen. Die Zahl der vorzeitigen Todesfälle weltweit infolge von Außenluftverschmutzung steigt im New Policies Szenario von 3 Millionen heute auf über 4 Millionen im Jahr 2040, obwohl Technologien zur Eindämmung der Luftverschmutzung breiteren Einsatz finden und andere Emissionen vermieden werden, weil Energiedienstleistungen effizienter bzw. verbrennungsfrei (wie im Fall von Wind- und Sonnenenergie) erbracht werden.

Trotz der jüngsten Stabilisierung nehmen die weltweiten energiebedingten CO₂-Emissionen im New Policies Szenario bis 2040 leicht zu. Diese Entwicklung reicht bei weitem nicht aus, um schwerwiegende Folgen des Klimawandels zu vermeiden. Es gibt jedoch positive Zeichen. Im New Policies Szenario ist der Emissionsausstoß 2040 um 600 Mio. t geringer als in der letztjährigen Ausgabe des *Outlook* (35,7 Gigatonnen [Gt] gegenüber 36,3 Gt). In China stabilisieren sich die CO₂-Emissionen den Projektionen zufolge 2030 bei 9,2 Gt (nur etwas über ihrem aktuellen Niveau) und beginnen dann zu sinken. Die weltweiten Emissionen im Stromsektor nehmen zwischen heute und 2040 nur um 5% zu, obwohl der Stromverbrauch um 60% und das weltweite BIP um 125% steigt. In anderen Sektoren vollzieht sich jedoch kein ähnlich rascher Wandel: 2040 sind die Emissionen aus der Verbrennung von Öl im Verkehrssektor vergleichbar hoch wie die – stagnierenden – Emissionen aus der Kohleverstromung. Zudem nehmen die Emissionen der Industrie um 20% zu.

Durch einen integrierten Ansatz kann der Rückstand gegenüber den Zielen für nachhaltige Entwicklung aufgeholt werden

Das Sustainable Development beschreibt ein integriertes Konzept zur Verwirklichung einer Reihe energiebezogener Ziele, die entscheidend für eine nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung sind: Klimastabilisierung, sauberere Luft und universeller Zugang zu zeitgemäßer Energie bei gleichzeitiger Reduzierung der Risiken für die Versorgungssicherheit. Dieses Szenario basiert auf einem Katalog gewünschter Ergebnisse und untersucht, was zu deren Erzielung getan werden muss. Zentral ist dabei, dass die CO₂-Emissionen im Einklang mit dem Pariser Klimaabkommen schon bald zu steigen aufhören und anschließend rasch sinken. Eine entscheidende Erkenntnis ist, dass der universelle Zugang zu Elektrizität und emissionsarmen Kochmöglichkeiten gewährleistet werden kann, ohne die Verwirklichung dieses Ziels zusätzlich zu erschweren. Zudem untersuchen wir in einem „Faster Transition Szenario“, wie die Politik einen noch zügigeren und stärkeren Rückgang der CO₂-Emissionen erwirken und die Klimarisiken weiter begrenzen könnte.

Im Sustainable Development Szenario verdoppelt sich der Anteil CO₂-armer Quellen am Energiemix bis 2040 auf 40%, werden sämtliche Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz genutzt, beginnt der Kohleverbrauch sofort zu sinken und erreicht der Ölverbrauch wenig später einen Scheitelpunkt. Mit einem Anteil der erneuerbaren Energien von über 60% und der Kernenergie von 15% ist die Stromerzeugung 2040 fast vollständig dekarbonisiert. Dazu trägt mit 6% auch die CO₂-Abscheidung und -Speicherung bei, die bei der Senkung der Emissionen der Industrie ebenfalls eine wichtige Rolle spielt. Elektroautos werden rasch zur Normalität. Zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors bedarf es aber auch wesentlich strengerer Effizienzauflagen in allen Bereichen und vor allem im Straßenverkehr. Die für 2030 in der Agenda für nachhaltige Entwicklung festgelegten Ziele für erneuerbare Energien und Effizienz werden in diesem Szenario erreicht bzw. übertroffen. Erneuerbare Energien und Effizienz sind entscheidend für die Beschleunigung der CO₂-armen Transformation und die Verringerung der Schadstoffemissionen. Zur Sicherung der Kosten-

effizienz ist es wesentlich, die Wechselwirkungen zwischen diesen Faktoren zu berücksichtigen und die Politik- und Marktbedingungen – vor allem im Wohngebäudesektor – aufeinander abzustimmen. Die Bereitstellung hocheffizienter Geräte spielt zusammen mit dezentralisierten erneuerbaren Energiequellen ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Ausweitung des Zugangs zu Elektrizität und emissionsarmen Kochgelegenheiten, vor allem in ländlichen Gemeinden und isolierten Siedlungen, die nur schwer an das Stromnetz angeschlossen werden können.

Erdgas kann die Transformation hin zu einer sauberen Energieversorgung unterstützen, dazu muss aber noch einiges getan werden

Da Kohle und Öl an Bedeutung verlieren und die erneuerbaren Energien stark expandieren, wird Erdgas im Sustainable Development Szenario zum weltweit wichtigsten Einzelenergieträger. Voraussetzung dafür, dass sich die Erdgasnutzung eindeutig positiv auf das Klima auswirkt, sind glaubwürdige Maßnahmen, um das Entweichen des starken Klimagases Methan in die Atmosphäre zu minimieren. Der Erdgasverbrauch steigt im Sustainable Development Szenario bis 2030 um fast 20% und bleibt anschließend bis 2040 weitgehend unverändert. Erdgas leistet in diesem Szenario in den verschiedenen Regionen und Sektoren sowie im Zeitverlauf einen sehr unterschiedlichen Beitrag. In stark von Kohle abhängigen Energiesystemen (z.B. in China und Indien), wo sich erneuerbare Alternativen – vor allem in einigen Industriesektoren – weniger leicht umsetzen lassen, oder in Ländern, in denen saisonale Flexibilität erforderlich ist, um einen hohen Anteil variabler erneuerbarer Energien zu integrieren, spielt Gas eine wichtige Rolle. Größere Anstrengungen, um den Methanemissionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Öl und Erdgas zu begegnen, sind unerlässlich, um die ökologischen Argumente für die Gasnutzung zu stärken. Die Emissionen in der Öl und Gaswirtschaft sind zwar nicht die einzigen anthropogenen Methanemissionen, dürften aber zu denen gehören, die sich am kostengünstigsten senken lassen. Wir legen die erste globale Analyse der Kosten der Senkung der schätzungsweise 76 Mio. Tonnen Methan vor, die weltweit jährlich bei der Gewinnung und dem Transport von Öl und Gas emittiert werden. Dieser Analyse zufolge lassen sich 40-50% dieser Emissionen nettokostenfrei vermeiden, da der Wert des gewonnenen Methans die Kosten der Emissionsminderungsmaßnahmen aufwiegen könnte. Die Umsetzung dieser Maßnahmen im New Policies Szenario hätte im Jahr 2100 den gleichen Effekt im Hinblick auf die Eindämmung des globalen durchschnittlichen Anstiegs der Oberflächentemperatur wie die sofortige Schließung sämtlicher derzeit existierender Kohlekraftwerke in China.

Durch Politikimpulse gelenkte Investitionen können der Zukunft ein anderes Gesicht geben

Die großen Veränderungen im globalen Energiesystem, die für die Projektionen des WEO 2017 maßgeblich sind, verändern auch die Aussichten für die Energieinvestitionen. Auf den Stromsektor entfällt im New Policies Szenario fast die Hälfte der gesamten angebotsseitigen Energieinvestitionen; im Sustainable Development Szenario erhöht sich

dieser Anteil auf fast zwei Drittel, im Vergleich zu durchschnittlich 40% in den letzten Jahren. Ein zunehmender Anteil der insgesamt 60 Bill. \$, die im New Policies Szenario in Energieangebots und Endverbrauchsinfrastruktur investiert werden, ist für saubere Energietechnologien und Energieeffizienz bestimmt; im Sustainable Development Szenario trifft dies auf den Großteil der insgesamt 69 Bill. \$ zu. Dennoch bleiben Upstream-Investitionen in der Öl- und Gaswirtschaft eine wichtige Voraussetzung für ein sicheres Energiesystem, selbst im CO₂-armen Sustainable Development Szenario. Damit die Preissignale und die politischen Rahmenbedingungen stimmen, müssen Energieverbrauchssubventionen abgeschafft werden, die einer verschwenderischen Nutzung fossiler Brennstoffe Vorschub leisten (mit schätzungsweise 260 Mrd. \$ waren diese Subventionen 2016 fast doppelt so hoch wie die, die derzeit in den Ausbau erneuerbarer Energien fließen). Zusätzlich zu den immer zahlreicheren gemeinschaftlichen, kommunalen und privatwirtschaftlichen Initiativen bleiben gut konzipierte Politikmaßnahmen unerlässlich für eine bessere Energiezukunft.

Online bookshop

www.iea.org/books

International Energy Agency
iea

Secure Sustainable Together

PDF versions at 20% discount

Email: books@iea.org

Global Gas Security series

Energy Technology Perspectives series

World Energy Outlook series

Energy Policies of IEA Countries series

World Energy Investment series

Energy Statistics series

Oil

Energy Policies Beyond IEA Countries series

Gas

Coal

Renewable Energy

Energy Efficiency

Market Report Series

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.

This publication reflects the views of the IEA Secretariat but does not necessarily reflect those of individual IEA member countries. The IEA makes no representation or warranty, express or implied, in respect of the publication's contents (including its completeness or accuracy) and shall not be responsible for any use of, or reliance on, the publication.

Unless otherwise indicated, all material presented in figures and tables is derived from IEA data and analysis.

This publication and any map included herein are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

IEA/OECD possible corrigenda on: www.oecd.org/about/publishing/corrigenda.htm

IEA Publications,
International Energy Agency
Website: www.iea.org

Contact information: www.iea.org/aboutus/contactus

Layout in France by DESK - November 2017

Cover design: IEA, photo credits: Shutterstock

World Energy Outlook 2017

Die weltweite Energielandschaft ist in Bewegung. Zu den großen Veränderungen gehören die rasche Verbreitung wichtiger erneuerbarer Energietechnologien und deren stark sinkende Kosten, die weltweit wachsende Bedeutung der Elektrizität in der Energienutzung, die tiefgreifenden Umstellungen in Chinas Wirtschaft und Energiepolitik, die zu einer Abkehr von der Kohle führen, sowie die kontinuierliche Expansion der Schiefergas- und Schieferölförderung in den Vereinigten Staaten.

Diese Veränderungen bilden den Hintergrund des *World Energy Outlook-2017*, der komplett aktualisierte Projektionen der Entwicklung von Energieangebot und -nachfrage bis 2040 auf der Basis verschiedener Szenarien enthält. Diese Projektionen werden durch detaillierte Analysen ihrer Auswirkungen auf Energiebranchen und Energieinvestitionen sowie ihrer Konsequenzen für Versorgungssicherheit und Umwelt ergänzt.

Der diesjährige Bericht enthält einen Schwerpunkt zu China, in dem untersucht wird, wie Chinas Entscheidungen die weltweiten Aussichten für sämtliche Energieträger und Technologien beeinflussen könnten. Ein zweiter Schwerpunkt befasst sich mit Erdgas und untersucht, wie die Expansion von Schiefergas und LNG den Weltgasmarkt verändert und welche Chancen und Risiken Gas im Kontext der Transformation hin zu einem saubereren Energiesystem birgt.

Außerdem stellt der *WEO-2017* ein wichtiges neues Szenario vor – das Sustainable Development Szenario –, das einen integrierten Ansatz zur Verwirklichung international vereinbarter Ziele in den Bereichen Klimaschutz, Luftqualität und universeller Zugang zu zeitgemäßer Energie beschreibt.

40 years of World Energy Outlook

Für mehr Informationen besuchen Sie bitte unsere Website:
iea.org/weo/