

World Energy Outlook 2021

Zusammenfassung

International
Energy Agency

iea

World Energy Outlook 2021

Zusammenfassung

www.iea.org/weo

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

The IEA examines the full spectrum of energy issues including oil, gas and coal supply and demand, renewable energy technologies, electricity markets, energy efficiency, access to energy, demand side management and much more. Through its work, the IEA advocates policies that will enhance the reliability, affordability and sustainability of energy in its 30 member countries, 8 association countries and beyond.

Please note that this publication is subject to specific restrictions that limit its use and distribution. The terms and conditions are available online at www.iea.org/t&c/. 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 member countries:

Australia
Austria
Belgium
Canada
Czech Republic
Denmark
Estonia
Finland
France
Germany
Greece
Hungary
Ireland
Italy
Japan
Korea
Luxembourg
Mexico
Netherlands
New Zealand
Norway
Poland
Portugal
Slovak Republic
Spain
Sweden
Switzerland
Turkey
United Kingdom
United States

The European Commission also participates in the work of the IEA

IEA association countries:

Brazil
China
India
Indonesia
Morocco
Singapore
South Africa
Thailand

Eine neue globale Energiewirtschaft entsteht...

Während die Belastung durch Corona-Lockdowns im Jahr 2020 den Volkswirtschaften weltweit zu schaffen machte, verzeichneten erneuerbare Energien wie Wind und Photovoltaik auch weiterhin ein schnelles Wachstum und gleichzeitig erzielten Elektrofahrzeuge neue Verkaufsrekorde. Die neue Energiewirtschaft wird stärker elektrifiziert und vernetzt, effizienter und sauberer sein. Sie verdankt ihr Entstehen einem positiven Zusammenspiel aus politischem Handeln und technologischer Innovation und kann ihre Dynamik nun aufgrund gesunkener Kosten weiter aufrecht erhalten. Photovoltaik oder Windkraft sind inzwischen in den meisten Märkten die kostengünstigsten verfügbaren Quellen für die Stromerzeugung. Technologie für saubere Energien spielt eine immer größere Rolle für Investitionen und Beschäftigung – und wird zu einem sich schnell wandelnden Schauplatz für internationale Zusammenarbeit und Wettbewerb.

... aber die Transformation ist noch längst nicht abgeschlossen

Derzeit lässt sich immer noch jedem Datenpunkt, der den schnellen Wandel im Energiebereich zeigt, ein anderer Datenpunkt gegenüberstellen, der den eingefahrenen Status quo verdeutlicht. Die zügige, aber ungleichmäßige Erholung der Wirtschaft von der durch die Corona-Pandemie verursachten Rezession im vergangenen Jahr belastet Teile des heutigen Energiesystems erheblich und führt zu einem deutlichen Preisanstieg auf den Erdgas-, Kohle- und Strommärkten. Trotz aller Fortschritte bei den erneuerbaren Energien und der Elektromobilität ist 2021 ein starker Wiederanstieg des Kohle- und Ölverbrauchs zu verzeichnen. Vor allem deshalb erleben wir 2021 auch die zweitgrößte jährliche Zunahme von CO₂-Emissionen, die es je gab. Mithilfe öffentlicher Ausgaben für nachhaltige Energie im Rahmen von Konjunkturpaketen konnte nur etwa ein Drittel der Investitionen mobilisiert werden, die erforderlich wären, um das Energiesystem neu auszurichten, wobei die größten Defizite in den Entwicklungsländern bestehen, die nach wie vor von einer akuten Krise der öffentlichen Gesundheit betroffen sind. Die Fortschritte auf dem Weg zu einem vollständigen Zugang zu Energie sind, vor allem in den afrikanischen Ländern südlich der Sahara, ins Stocken geraten. Der derzeitige Kurs ist weit entfernt von den Vorgaben des bahnbrechenden „**Net Zero Emissions by 2050**“-Szenarios (NZE) der IEA, das im Mai 2021 veröffentlicht wurde und einen knapp bemessenen, aber dennoch erreichbaren Fahrplan zur Stabilisierung des globalen Temperaturanstiegs um 1,5 °C und zum Erreichen anderer nachhaltiger Entwicklungsziele mit Energiebezug aufzeigt.

An diesem Wendepunkt für Energie und Klima kann der WEO-2021 als maßgeblicher Leitfaden für COP26 und darüber hinaus dienen

Der Druck auf das Energiesystem wird in den kommenden Jahrzehnten nicht nachlassen. Auf den Energiesektor entfallen fast drei Viertel der Emissionen, die schon jetzt einen Anstieg der globalen Durchschnittstemperaturen um 1,1 °C gegenüber der vorindustriellen Zeit bewirkt haben, mit sichtbaren Auswirkungen auf Wetter und Klimaextreme. Der Energiesektor muss im Mittelpunkt einer Lösung für den Klimawandel stehen. Gleichzeitig ist

eine moderne Energieversorgung untrennbar mit den Lebensgrundlagen und Erwartungen einer Weltbevölkerung verbunden, die bis 2050 um etwa 2 Milliarden zunehmen wird, wobei Einkommenszuwächse die Nachfrage nach Energiedienstleistungen in die Höhe treiben und viele Entwicklungsländer eine Phase der Urbanisierung und Industrialisierung durchlaufen werden, die bislang stets energie- und emissionsintensiv verlief. Das heutige Energiesystem ist nicht imstande, diese Herausforderungen zu bewältigen; eine Revolution zur Schaffung einer emissionsarmen Energieversorgung ist längst überfällig.

Diese Sonderausgabe des *World Energy Outlook (WEO – „Weltenergieausblick“)* soll Entscheidungsträgern für die 26. Weltklimakonferenz (COP26) und darüber hinaus eine Hilfestellung an die Hand geben, indem sie die wichtigsten zu entscheidenden Fragen beschreibt, die den Energiesektor auf eine sicherere Grundlage stellen können. Sie bietet eine detaillierte Bestandsaufnahme, die deutlich macht, wie weit die Länder bei ihrer Energiewende bereits gekommen sind, wie weit sie noch gehen müssen, um das 1,5 °C-Ziel zu erreichen, und welche Maßnahmen Regierungen und andere Akteure ergreifen können, um Chancen zu nutzen und Stolpersteine zu vermeiden. In einer Zeit, in der eine fundierte Debatte zu Energie- und Klimafragen wichtiger ist denn je, erklärt dieser *WEO* anhand verschiedener Szenarien und Fallstudien, was für uns alle auf dem Spiel steht.

Angekündigte Klimazusagen können viel bewirken...

Im Vorfeld von COP26 haben viele Länder neue Verpflichtungserklärungen vorgelegt und deutlich gemacht, wie sie zu den globalen Bemühungen zugunsten der Klimaziele beitragen wollen. Mehr als 50 Länder sowie die gesamte Europäische Union haben sich verpflichtet, Netto-Null-Emissionsziele zu erreichen. Wenn diese rechtzeitig und vollständig umgesetzt werden, was in unserem neuen **Announced Pledges Scenario (APS)** im Detail modelliert wird, kann die globale Emissionskurve erstmals abgeflacht werden. Mit einem jährlichen Zubau von PV- und Windkraftanlagen im Umfang von annähernd 500 Gigawatt (GW) entfällt in diesem Szenario der größte Teil des Kapazitätszuwachses im Zeitraum bis 2030 auf emissionsarme Quellen der Stromerzeugung. Infolgedessen wird der Kohleverbrauch im Energiesektor im Jahr 2030 um 20 % unterhalb der aktuellen Höchstwerte liegen. Aufgrund des rasanten Anstiegs der Verkaufszahlen bei Elektrofahrzeugen und einer kontinuierlichen Verbesserung der Kraftstoffeffizienz wird die Nachfrage nach Öl um 2025 ihren Höhepunkt erreichen. Effizienzgewinne bewirken eine Stabilisierung des Energiebedarfs nach 2030. Mit der erfolgreichen Umsetzung aller angekündigten **Verpflichtungserklärungen** werden die weltweiten energiebedingten CO₂-Emissionen bis 2050 um 40 % zurückgehen. Ein Rückgang wird dabei in allen Sektoren zu verzeichnen sein, wobei der Stromsektor den weitaus größten Beitrag leisten wird. Der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur wird im Jahr 2100 auf etwa 2,1 °C über dem vorindustriellen Niveau gehalten, auch wenn in diesem Szenario noch keine Netto-Null-Emissionen erreicht werden, so dass sich der Temperaturtrend noch nicht stabilisiert.

... dass diese Zusagen vollständig und rechtzeitig umgesetzt werden, ist jedoch nicht gewiss

Um ihre angekündigten Zusagen vollständig zu erfüllen, müssen die Regierungen noch viel mehr tun. Ein Blick auf die von den Regierungen in den einzelnen Sektoren tatsächlich umgesetzten Maßnahmen sowie die konkreten politischen Initiativen, die derzeit entwickelt werden, ergibt ein anderes Bild, das unser **Stated Policies Scenario** (STEPS) widerspiegelt. Dieses Szenario berücksichtigt zudem immer schnellere Veränderungen im Stromsektor, die ausreichen, um einen allmählichen Rückgang der Emissionen des Sektors zu erreichen, selbst wenn sich der weltweite Strombedarf bis 2050 fast verdoppelt. Dem steht jedoch ein anhaltender Anstieg der Emissionen aus der Industrie, wie z.B. aus der Zement- und Stahlproduktion, sowie dem Schwerlastverkehr, z.B. von Lastkraftwagen, gegenüber. Dieses Wachstum geht vor allem auf die Schwellen- und Entwicklungsländer und den Ausbau ihrer nationalen Infrastruktur zurück. Im STEPS-Szenario wird fast der gesamte Nettozuwachs des Energiebedarfs bis 2050 aus emissionsarmen Quellen gedeckt, was jedoch zur Folge hat, dass die jährlichen Emissionen in etwa auf dem aktuellen Niveau verharren. Infolgedessen steigen die globalen Durchschnittstemperaturen auch dann noch weiter an, wenn sie im Jahr 2100 einen Wert von 2,6 °C über dem vorindustriellen Niveau erreichen.

Die bislang vorliegenden Zusagen decken weniger als 20 % der Emissionsminderungslücke, die bis 2030 geschlossen werden muss, damit das 1,5 °C-Ziel überhaupt noch erreicht werden kann

Das APS geht von einer Verdopplung der Investitionen in saubere Energien und deren Finanzierung im nächsten Jahrzehnt aus. Diese Beschleunigung würde jedoch nicht ausreichen, um die Trägheit des derzeitigen Energiesystems zu überwinden. Insbesondere im entscheidenden Zeitraum bis 2030 bleiben die Maßnahmen in diesem Szenario deutlich hinter den Emissionsminderungen zurück, die erforderlich wären, um die Tür für eine Netto-Null-Emissions-Entwicklung bis 2050 weiter offen zu halten. Einer der Hauptgründe für dieses Defizit ist, dass die derzeitigen Klimaschutzverpflichtungen, die das APS widerspiegelt, starke Unterschiede zwischen den Ländern hinsichtlich der zugesagten Geschwindigkeit ihrer jeweiligen Energiewende aufweisen. Neben den Fortschritten, die gemäß diesem Szenario erreicht werden können, zeichnen sich auch bereits neue Spaltungen und Spannungen ab. Zum Beispiel im Bereich des Handels mit energieintensiven Gütern oder bei internationalen Investitionen und Finanzen. Eine erfolgreiche, geordnete und breit angelegte Energiewende ist darauf angewiesen, dass Wege gefunden werden, um die Spannungen im internationalen System, die das APS deutlich macht, abzubauen. Alle Länder werden mehr tun müssen, um ihre Ziele für 2030 anzupassen und auszubauen und die Energiewende zu einem globalen Gemeinschaftsprojekt zu machen, bei dem niemand auf der Strecke bleibt.

Es gibt Lösungen, um die Lücke für einen 1,5 °C-Pfad zu schließen – und viele davon sind äußerst kosteneffizient

Der *WEO-2021* hebt vier Schlüsselmaßnahmen hervor, die dazu beitragen können, die Lücke zwischen den derzeitigen Zusagen und dem 1,5 °C-Ziel in den nächsten zehn Jahren zu schließen und weitere Emissionssenkungen nach 2030 zu unterstützen. Mehr als 40 % der geforderten Maßnahmen sind kosteneffizient, führen also im Vergleich zu der im APS vorgezeichneten Entwicklung zu Gesamtkosteneinsparungen für die Verbraucher. Alle Länder müssen mehr tun: Auf die Länder mit bestehenden Netto-Null-Zusagen, vor allem China, entfällt etwa die Hälfte der zusätzlichen Minderungen. Die vier Maßnahmen sind:

- Ein kräftiger **zusätzlicher Anschub für eine saubere Elektrifizierung**, was eine Verdoppelung der Installation von Photovoltaik und Windkraft im Vergleich zum APS erfordert; ein deutlicher Ausbau anderer emissionsarmer Erzeugungsarten, einschließlich der Nutzung von Kernkraft, wo dies akzeptabel ist; ein massiver Ausbau der Strominfrastruktur und aller Formen der Systemflexibilität, unter anderem durch Wasserkraft; ein rascher Kohleausstieg; und gemeinsame Anstrengungen zur Ausweitung der Nutzung von Strom für Verkehr und Heizung. Eine beschleunigte Dekarbonisierung des Strommixes ist der wichtigste Hebel, der politischen Entscheidungsträgern zur Verfügung steht: Sie schließt mehr als ein Drittel der Emissionslücke zwischen APS und NZE. Durch eine verbesserte Gestaltung des Strommarktes und die Schaffung weiterer günstiger Bedingungen lassen sich dank niedriger Kosten für Windkraft und Photovoltaik über die Hälfte der zusätzlichen Emissionsreduzierungen ohne Kosten für die Stromverbraucher erzielen.
- Beibehaltung der Orientierung auf **Energieeffizienz**, zusammen mit Maßnahmen zur Minderung des Bedarfs an Energiedienstleistungen durch Materialeffizienz und Verhaltensänderungen. Die Energieintensität der Weltwirtschaft sinkt im NZE-Szenario zwischen 2020 und 2030 um mehr als 4 % pro Jahr – mehr als das Doppelte des im vergangenen Jahrzehnt erreichten Durchschnittswerts. Ohne diese Verbesserung der Energieintensität fiel der Gesamtendenergieverbrauch im NZE im Jahr 2030 um etwa ein Drittel höher aus, was deutlich höhere Kosten und erheblich mehr Schwierigkeiten bei der Dekarbonisierung der Energieversorgung nach sich zöge. Unseren Schätzungen zufolge werden fast 80 % der zusätzlichen Energieeffizienzgewinne im NZE-Szenario im Verlauf des nächsten Jahrzehnts zu Kosteneinsparungen für die Verbraucher führen.
- Breit angelegte **Kampagne zur Verringerung der Methanemissionen aus der Nutzung fossiler Brennstoffe**. Eine rasche Verringerung der Methanemissionen ist ein wichtiges Instrument zur Begrenzung der kurzfristigen Erderwärmung. Verringerungen lassen sich dabei im Energiesektor, insbesondere bei Öl- und Gasbetrieben, besonders kosteneffizient erzielen. Allein durch eine Verringerung der Nutzung fossiler Brennstoffe lässt sich eine Reduzierung der Methanemissionen nicht schnell oder effektiv genug erreichen; nur mit konzentrierten Anstrengungen von Regierungen und Industrie lassen sich die Emissionen hinreichend senken, um fast 15 % der Lücke gegenüber dem NZE zu schließen.

- **Starke Impulse für Innovationen im Bereich sauberer Energien.** Dies ist eine weitere entscheidende Lücke, die in den 2020er Jahren geschlossen werden muss, obwohl sich die meisten Auswirkungen auf die Emissionen erst später bemerkbar machen werden. Alle Technologien, die erforderlich sind, um die Emissionen bis 2030 deutlich zu senken, sind bereits verfügbar. Fast die Hälfte der nach dem NZE bis 2050 erzielten Emissionsreduzierungen ergibt sich jedoch aus Technologien, die sich heute noch im Demonstrations- oder Prototypenstadium befinden. Diese sind besonders wichtig, wenn es darum geht, Emissionen aus der Eisen- und Stahlindustrie, aus der Zementindustrie und anderen energieintensiven Industriezweigen – aber auch aus dem Fernverkehr – zu senken. Die bislang angekündigten Zusagen bleiben hinter den wichtigsten Meilensteinen des NZE für den Einsatz wasserstoffbasierter und anderer kohlenstoffarmer Kraftstoffe sowie der Kohlenstoffabscheidung, -nutzung und -speicherung (CCUS) zurück.

Die Finanzierung ist das fehlende Bindeglied für einen schnelleren Einsatz sauberer Energien in Entwicklungsländern

Um die Welt für das 1,5 °C-Ziel auf Kurs zu bringen, ist ein sprunghafter Anstieg der jährlichen Investitionen in saubere Energieprojekte und Infrastrukturen auf fast 4 Billionen USD bis 2030 erforderlich. Etwa 70 % der zusätzlichen Ausgaben, die notwendig sind, um die Lücke zwischen APS und NZE zu schließen, werden in den Schwellen- und Entwicklungsländern benötigt. Es gibt einige bemerkenswerte Beispiele aus Entwicklungsländern, wo Kapital für Projekte im Bereich sauberer Energien mobilisiert wird, wie z. B. der Erfolg Indiens bei der Finanzierung eines schnellen Ausbaus der Photovoltaik mit Blick auf das 450-GW-Ziel des Landes für erneuerbare Energien bis 2030. Es gibt jedoch auch Herausforderungen, die nach wie vor bestehen und durch die Pandemie vielfach noch verschärft wurden. Die Mittel zur Unterstützung einer nachhaltigen wirtschaftlichen Erholung sind knapp und Kapital ist nach wie vor bis zu siebenmal teurer als in hochentwickelten Volkswirtschaften. In einigen der ärmsten Länder der Welt durchbrach COVID-19 zudem den Trend eines kontinuierlichen Fortschritts hin zu einem vollständigen Zugang zu Strom und Kochen mit sauberer Energie. Die Zahl der Menschen, die keinen Zugang zu Strom haben, dürfte 2021 um 2 % ansteigen, wobei fast der gesamte Anstieg auf die afrikanischen Länder südlich der Sahara entfällt.

Ein internationaler Katalysator ist unerlässlich, um die Kapitalflüsse zugunsten der Energiewende in den einzelnen Ländern zu beschleunigen und Entwicklungsländern die Möglichkeit zu geben, einen neuen, emissionsärmeren Entwicklungspfad einzuschlagen. Die meisten Investitionen im Zusammenhang mit der Energiewende werden von privaten Entwicklern, Verbrauchern und Kapitalgebern ausgehen müssen, die auf Marktsignale und politische Vorgaben der Regierungen reagieren. Neben den notwendigen politischen und regulatorischen Reformen spielen auch öffentliche Finanzinstitutionen – allen voran internationale Entwicklungsbanken und größere Klimafinanzierungszusagen seitens hochentwickelter Volkswirtschaften – eine entscheidende Rolle, wenn es darum geht, Investitionen in Bereichen voranzutreiben, in denen private Akteure für sich bislang noch nicht das richtige Verhältnis von Risiko und Ertrag sehen.

Strategien für den Kohleausstieg müssen die Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt und die Sicherheit der Stromversorgung wirksam berücksichtigen

Die Kohlenachfrage ist in allen unseren Szenarien rückläufig, doch der Unterschied zwischen dem Rückgang von 10 % bis 2030 im APS-Szenario und dem Rückgang von 55 % im NZE ergibt sich aus der Geschwindigkeit, mit der der Kohleausstieg im Stromsektor erfolgt. Dies umfasst vier Komponenten: einen Genehmigungsstopp für neue Kohlekraftwerke ohne Emissionsreduktion; die Verringerung der Emissionen aus den Kraftwerken mit einer Gesamtleistung von 2.100 GW, die bereits in Betrieb sind und 2020 mehr als ein Drittel des weltweiten Stroms erzeugten; Investitionen – und zwar in ausreichendem Umfang – zur zuverlässigen Deckung der Nachfrage, die andernfalls durch Kohle gedeckt worden wäre; und der Umgang mit den wirtschaftlichen und sozialen Folgen des Wandels. Die Anzahl der Genehmigungen für neue Kohlekraftwerke ist in den letzten Jahren drastisch zurückgegangen, was auf die kostengünstigeren Alternativen im Bereich der erneuerbaren Energien, das wachsende Bewusstsein für Umweltrisiken und die zunehmend knappen Finanzierungsmöglichkeiten zurückzuführen ist. Gleichwohl befinden sich derzeit rund 140 GW neuer Kohlekraftwerke im Bau und mehr als 400 GW in verschiedenen Planungsstadien. Die Ankündigung Chinas, die Unterstützung für den Bau von Kohlekraftwerken im Ausland einzustellen, ist potenziell von großer Bedeutung: Sie könnte dazu führen, dass bis zu 190 GW an geplanten Kohleprojekten, die im APS berücksichtigt sind, gestrichen werden. Wenn diese Kraftwerke durch emissionsarme Stromerzeugungskapazitäten ersetzt werden, ließen sich auf diese Weise etwa 20 Gigatonnen an kumulativen CO₂-Emissionen einsparen – was in etwa den gesamten Emissionseinsparungen der Europäischen Union auf dem Weg zu „Net Zero“ bis 2050 gleichkäme.

Um die Emissionen aus dem weltweiten Bestand an Kohlekraftwerken deutlich zu senken, sind breit angelegte und forcierte politische Anstrengungen notwendig. In unseren Szenarien werden Kohlekraftwerke entweder mit CCUS nachgerüstet, so umgebaut, dass sie zusätzlich mit emissionsarmen Brennstoffen wie Biomasse oder Ammoniak betrieben werden können, mit Blick auf eine verbesserte Versorgungssicherheit des Systems umgewidmet oder stillgelegt. Im APS werden Kraftwerke zweimal so schnell stillgelegt wie im letzten Jahrzehnt. Im NZE verdoppelt sich dieser Wert fast noch einmal und erreicht somit fast 100 GW an stillgelegter Leistung pro Jahr. Politisches Handeln muss den Schwerpunkt auf die vorzeitige Stilllegung von Kraftwerken legen und gleichzeitig Maßnahmen zur Senkung der Emissionen der verbleibenden Anlagen fördern.

Auch die Menschen, die in vom Abbau betroffenen Branchen ihren Arbeitsplatz verlieren, müssen Unterstützung erhalten. Die Bewältigung des Kohleausstiegs hängt von einem frühzeitigen und nachhaltigen Engagement der Regierungen und Finanzinstitutionen ab, das darauf abzielt, die Auswirkungen auf die betroffenen Beschäftigten und Gemeinden abzufedern und die Rekultivierung und Umwidmung von Flächen zu ermöglichen. Die Energiewende führt zu Standortverlagerungen: Es werden zwar viele neue Arbeitsplätze

geschaffen, aber nicht unbedingt dort, wo Arbeitsplätze verloren gehen. Qualifikationen sind nicht automatisch übertragbar und es werden Arbeitskräfte mit neuen Fähigkeiten benötigt. Dies gilt sowohl innerhalb einzelner Länder als auch international. Die Regierungen müssen umsichtig mit den Auswirkungen umgehen und nach Transformationspfaden suchen, die die Chancen auf menschenwürdige, qualitativ hochwertige Beschäftigung maximieren und es den Beschäftigten ermöglichen, ihre vorhandenen Fähigkeiten zu nutzen – gleichzeitig gilt es, eine langfristige Unterstützung für die betroffenen Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer sowie deren Gemeinschaften zu mobilisieren.

Flüssige und gasförmige Brennstoffe zwischen den Szenarien

Der Bedarf nach Öl ist erstmals in allen im WEO-2021 untersuchten Szenarien rückläufig, wengleich Zeitrahmen und Geschwindigkeit des Rückgangs stark variieren. Im STEPS erreicht die Nachfrage Mitte der 2030er Jahre ihren Höhepunkt und geht dann ganz allmählich zurück. Im APS folgt auf einen Höchststand kurz nach 2025 ein Rückgang auf 75 Millionen Barrel pro Tag (mb/d) bis 2050. Um die Anforderungen des NZE zu erfüllen, muss der Ölverbrauch bis Mitte des Jahrhunderts auf 25 mb/d sinken. Die Nachfrage nach Erdgas nimmt in allen Szenarien in den nächsten fünf Jahren zu, für die Zeit danach gibt es jedoch starke Unterschiede. Inwieweit und wie lange sich Erdgas – angesichts einer beschleunigten Energiewende – in den verschiedenen Sektoren einen Platz sichern kann, hängt von vielen Faktoren ab. Die Aussichten können in den verschiedenen Ländern und Regionen stark variieren. Im NZE ist der rasante Aufstieg emissionsarmer Kraftstoffe neben Effizienzsteigerungen und Elektrifizierung einer der Hauptgründe dafür, dass keine neuen Öl- und Gasfelder über die bereits genehmigten hinaus benötigt werden. Der tatsächliche Einsatz emissionsarmer Kraftstoffe bleibt noch weit hinter den Zielvorgaben zurück. Trotz des aufkeimenden Interesses an kohlenstoffarmem Wasserstoff bleiben die Planungen bei Wasserstoffprojekten hinter den angekündigten Zusagen für 2030 zurück und damit noch weiter hinter den im NZE vorausgesetzten Mengen (die neunmal so hoch sind wie im APS) zurück.

Es drohen weitere Turbulenzen auf den Energiemärkten

Die Welt investiert nicht genug, um ihren künftigen Energiebedarf zu decken, und die Ungewissheit im Hinblick auf politische Vorgaben und die weitere Entwicklung der Nachfrage birgt ein hohes Risiko für eine künftige volatile Phase auf den Energiemärkten. Die Ausgaben im Zusammenhang mit der Energiewende steigen allmählich an, bleiben jedoch weit hinter dem zurück, was erforderlich wäre, um die steigende Nachfrage nach Energiedienstleistungen nachhaltig zu decken. Das Defizit zeigt sich in allen Sektoren und Regionen. Gleichzeitig sind die Ausgaben für Erdöl und Erdgas, die durch zwei Preiseinbrüche in den Jahren 2014-15 und 2020 gesunken sind, auf eine stagnierende oder sogar sinkende Nachfrage nach diesen Brennstoffe ausgerichtet. Die Ausgaben für Öl und Gas sind heute einer der wenigen Bereiche, der den Werten des NZE bis 2030 recht gut entspricht. Die IEA hat in ihren Analysen wiederholt deutlich gemacht, dass zunehmende Ausgaben zur Förderung des Ausbaus sauberer Energietechnologien und -infrastrukturen einen Ausweg

aus dieser Sackgasse bieten, und dass dies jedoch schnell geschehen muss, weil den globalen Energiemärkten sonst eine turbulente und unbeständige Phase bevorsteht. Klare Signale und Vorgaben seitens der politischen Entscheidungsträger sind hierbei unerlässlich. Wenn der Weg vor uns lediglich mit guten Vorsätzen gepflastert ist, dürfte die Reise recht holprig werden.

Eine Energiewende bietet Verbrauchern einen gewissen Schutz vor Öl- und Gaspreisschocks

Durch eine Energiewende lassen sich die Schockwirkungen infolge deutlich steigender Rohstoffpreise abfedern, wenn die Verbraucher bei der Finanzierung der Kosten für die Umstellung Unterstützung erhalten. In einem sich wandelnden Energiesystem wie dem des NZE sind private Haushalte bei der Deckung ihres Energiebedarfs weniger stark auf Öl und Gas angewiesen, was auf Effizienzsteigerungen, die Umstellung auf Elektromobilität und die Abkehr von Heizkesseln mit fossilen Brennstoffen zurückzuführen ist. Aus diesen Gründen ist ein großer Rohstoffpreisschock im Jahr 2030 für die Haushalte im NZE um 30 % weniger kostspielig als im STEPS. Um dieses Ziel zu erreichen, sind Maßnahmen erforderlich, die die Haushalte bei zusätzlichen Kosten im Vorfeld für Effizienzsteigerungen und emissionsarme Geräte wie Elektrofahrzeuge und Wärmepumpen unterstützen.

Da Strom einen immer größeren Anteil an den Energierechnungen der Haushalte hat, müssen die Regierungen mit Anreizen für Investitionen in Flexibilität, Effizienz und Lastmanagement sicherstellen, dass die Strommärkte widerstandsfähig sind. In allen Szenarien steigt der Anteil verschiedener erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung bis 2050 auf 40-70 % (in einigen Regionen sogar noch höher), verglichen mit einem durchschnittlichen Anteil von knapp 10 % heute. Das NZE geht bis 2050 von etwa 240 Millionen PV-Aufdachanlagen und 1,6 Milliarden Elektroautos aus. Ein solches System muss sehr flexibel funktionieren, was durch ausreichende Kapazitäten, robuste Netze, Batteriespeicher und flexibel einsatzfähige emissionsarme Stromquellen (wie Wasserkraft, Geothermie und Bioenergie sowie Wasserstoff- und Ammoniakkraftwerke oder kleine modulare Kernreaktoren) ermöglicht wird. Ein solches System benötigt zudem digitale Technologien, die Lastmanagement unterstützen und multidirektionale Daten- und Energieflüsse sicher managen können.

Weitere potenzielle Schwachstellen der Energieversorgungssicherheit erfordern ein hohes Maß an Wachsamkeit

Handelsstrukturen, Vorgaben von Erzeugerunternehmen und geopolitische Erwägungen bleiben für die Energiesicherheit von entscheidender Bedeutung, selbst wenn die Welt auf ein elektrifiziertes Energiesystem umstellt, das maßgeblich auf erneuerbare Energien setzt. Dies hängt zum Teil damit zusammen, wie sich die Energiewende im Einzelfall auf Öl und Gas auswirkt, wo die Vorräte vor allem in einer kleineren Gruppe ressourcenreicher Länder zu finden sind – insbesondere wenn deren Volkswirtschaften gleichzeitig durch geringere Exporteinnahmen unter Druck geraten. Höhere oder stärker schwankende Preise für

kritische Mineralien wie Lithium, Kobalt, Nickel, Kupfer und Seltene Erden könnten den weltweiten Fortschritt auf dem Weg zu einer sauberen Energiezukunft verlangsamen oder verteuern. Der Preisanstieg bei wichtigen Mineralien im Jahr 2021 könnte die Kosten für Solarmodule, Windräder, Batterien für Elektrofahrzeuge und Stromleitungen um 5-15 % erhöhen. Hielte diese Entwicklung im gesamten Zeitraum bis 2030 im NZE an, würde dies die für diese Technologien erforderlichen Investitionen um 700 Milliarden USD erhöhen. Kritische Mineralien und wasserstoffreiche Brennstoffe wie Ammoniak werden ebenfalls zu wichtigen Elementen im internationalen Energiehandel; ihr gemeinsamer Anteil steigt bis 2050 von heute 13 % auf 25 % im APS und auf über 80 % im NZE.

Die Kosten der Untätigkeit beim Klimaschutz sind immens und der Energiesektor ist gefährdet

Die extremen Wetterereignisse des vergangenen Jahres haben uns die Risiken eines ungebremsten Klimawandels deutlich vor Augen geführt und der Energiesektor wird die Auswirkungen zu spüren bekommen. Die Energieinfrastruktur der Welt steht schon heute zunehmenden physischen Risiken im Zusammenhang mit dem Klimawandel gegenüber, was zeigt, wie dringend eine Verbesserung der Widerstandsfähigkeit der Energiesysteme ist. Wir schätzen, dass etwa ein Viertel der weltweiten Stromnetze derzeit einem hohen Risiko zerstörerischer Wirbelstürme ausgesetzt ist, während mehr als 10 % der verfügbaren Stromerzeugungsanlagen und der Raffinerien in Küstennähe von schweren Überschwemmungen bedroht sind und ein Drittel der mit Süßwasser gekühlten thermischen Kraftwerke in Gebieten mit hohem Wasserstress liegt. Laut STEPS würde sich die Häufigkeit extremer Hitzeereignisse bis 2050 gegenüber heute verdoppeln – die Ereignisse würden zudem um etwa 120 % intensiver ausfallen, was die Leistungsfähigkeit von Netzen und thermischen Kraftwerken beeinträchtigen und den Kühlbedarf in die Höhe treiben würde. Gelingt es nicht, die Energiewenden zu beschleunigen, werden Menschen auch weiterhin Luftverschmutzung ausgesetzt sein. Heute atmen 90 % der Weltbevölkerung verschmutzte Luft ein, was zu über 5 Millionen vorzeitigen Todesfällen pro Jahr führt. STEPS geht davon aus, dass die Zahl der vorzeitigen Todesfälle durch Luftverschmutzung im nächsten Jahrzehnt weiter ansteigen wird. Im NZE wird es bis 2030 jährlich 2,2 Millionen weniger vorzeitige Todesfälle geben, was einem Rückgang von 40 % gegenüber heute entspricht.

Wer den Sprung in die neue Energiewirtschaft schafft, hat viel zu gewinnen

Für die Hersteller von Windrädern, Solarmodulen, Lithium-Ionen-Batterien, Elektrolyseuren und Brennstoffzellen bietet sich laut NZE bis 2050 eine jährliche Marktchance von weit über 1 Billion USD. Dies entspricht in etwa dem derzeitigen globalen Ölmarkt. Daraus ergeben sich enorme Chancen für Unternehmen, die entlang stetig expandierender globaler Lieferketten gut positioniert sind. Selbst in einem deutlich stärker elektrifizierten Energiesystem bieten sich große Chancen für Brennstofflieferanten: Unternehmen, die im Jahr 2050 kohlenstoffarme Gase produzieren und liefern, würden damit einen Markt bedienen, der fast der Hälfte des heutigen globalen Erdgasmarktes entspräche. Die Bereiche der sauberen Energien werden sich zu einem höchst dynamischen

Teil der Arbeitsmärkte entwickeln, wobei das Wachstum den Rückgang in den traditionellen Sektoren der Versorgung mit fossilen Brennstoffen mehr als ausgleichen wird. Neben der Schaffung von Arbeitsplätzen in den Bereichen der erneuerbaren Energien und der Energienetze führt der Übergang zu sauberer Energie auch zu einem Zuwachs an Beschäftigung in Bereichen wie der Sanierung und anderen Energieeffizienzsteigerungen in Gebäuden sowie bei der Herstellung effizienter Geräte und Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeuge. Insgesamt werden laut dem APS-Szenario bis 2030 13 Millionen zusätzliche Arbeitskräfte im Bereich der sauberen Energien und verwandten Sektoren beschäftigt sein – diese Zahl verdoppelt sich im NZE.

Damit die 2020er Jahre zu einem Jahrzehnt des massiven Ausbaus sauberer Energien werden muss COP26 eine eindeutige Richtung vorgeben.

Dieser WEO-2021 enthält eindringliche Warnungen bezüglich des Weges, auf dem wir uns befinden, aber auch eine klare Analyse der Maßnahmen, die die Welt auf den Weg in eine 1,5 °C-Zukunft bringen können – einschließlich einer eindringlichen Bekräftigung der Vorteile, die dieser Weg mit sich bringt. Die Regierungen halten das Ruder in der Hand: Zwar müssen alle, von lokalen Gemeinschaften bis hin zu Unternehmen und Investoren, mit an Bord sein, aber niemand hat so umfassende Möglichkeiten wie die Regierungen, das Energiesystem in sichereres Fahrwasser zu lenken. Der vor uns liegende Weg ist schwierig und eng, vor allem wenn die Investitionen weiterhin hinter dem Bedarf zurückbleiben, doch die Kernaussage des WEO-2021 ist dennoch hoffnungsvoll. Die Analyse zeigt klar auf, was in den entscheidenden nächsten zehn Jahren zu tun ist: ein absolut klarer Fokus auf die Förderung einer sauberen Elektrifizierung, Effizienzsteigerungen, die Verringerung der Methan-Emissionen und die maximale Beschleunigung von Innovationen – begleitet von Strategien zur Erschließung von Kapital zur Unterstützung der Energiewenden und zur Gewährleistung von Zuverlässigkeit und Bezahlbarkeit. Viele der beschriebenen Maßnahmen sind kosteneffizient, und die Kosten der übrigen nehmen sich im Vergleich zu den immensen Risiken, die entstehen, wenn wir untätig bleiben, unbedeutend aus. Die Umsetzung der in diesem WEO vorgestellten Agenda bietet eine enorme Chance, das globale Energiesystem so zu verändern, dass sich das Leben und die Lebensgrundlage der Menschen verbessern. Eine Welle von Investitionen in eine nachhaltige Zukunft muss von einem eindeutigen Signal aus Glasgow getragen werden.

German translation of *World Energy Outlook Executive summary 2021*

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.

No reproduction, translation or other use of this publication, or any portion thereof, may be made without prior written permission. Applications should be sent to: rights@iea.org

The work reflects the views of the International Energy Agency (IEA) Secretariat but does not necessarily reflect those of individual IEA member countries or of any particular funder, supporter or collaborator. None of the IEA or any funder, supporter or collaborator that contributed to this work makes any representation or warranty, express or implied, in respect of the work's contents (including its completeness or accuracy) and shall not be responsible for any use of, or reliance on, the work.

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. All rights reserved.

IEA Publications

International Energy Agency

Website: www.iea.org

Contact information: www.iea.org/about/contact

Typeset in France by IEA - October 2021

Cover design: IEA

Photo credits: © Shutterstock

World Energy Outlook 2021

Angesichts turbulenter Märkte und mit Blick auf eine entscheidende Weltklimakonferenz, COP26 in Glasgow, bietet der *World Energy Outlook (WEO) 2021* einen unverzichtbaren Leitfaden zu den künftigen Chancen, Vorteilen und Risiken, die in dieser wichtigen Zeit für die Energiewende zu erwarten sind.

Der *WEO* ist die verlässlichste Quelle für Analysen und Prognosen im Energiebereich. Als Leitpublikation der IEA erscheint er seit 1998 jedes Jahr. Die darin enthaltenen objektiven Daten und sachlichen Analysen bieten anhand verschiedener Szenarien kritische Einblicke in die globale Energieversorgung und -nachfrage und verdeutlichen die Auswirkungen auf Energiesicherheit, Klimaziele und Wirtschaftsentwicklung.