

KLIMA
EVERYONE'S
BUSINESS

Klimawandel: Was er für die Energiewirtschaft bedeutet

Kernergebnisse aus dem
Fünften Sachstandsbericht
des IPCC



Die Grundlagen des Klimawandels

Steigende Temperaturen:

Der Fünfte Sachstandsbericht (AR5) des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (englisch: *Intergovernmental Panel on Climate Change*, kurz: IPCC) kommt zu dem Schluss: Der Klimawandel ist eine eindeutige Tatsache. Menschliche Aktivitäten, insbesondere der Ausstoß von Kohlendioxid, sind mit mindestens 90-prozentiger Sicherheit die Hauptursache dafür. Klimaveränderungen machen sich bereits überall auf dem Planeten bemerkbar: Die Atmosphäre und die Ozeane erwärmen sich, die Menge von Schnee und Eis sowie die damit bedeckte Fläche geht zurück, die Meeresspiegel steigen, Wettermuster ändern sich.

Aussichten:

Die vom IPCC verwendeten Computermodelle für das Klima ergeben, dass die Klimaveränderungen im Laufe des 21. Jahrhunderts fortschreiten werden. Nehmen die Emissionen weiterhin so stark zu wie bisher, dann ist bis Ende des Jahrhunderts u. a. mit einem Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur um 2,6 bis 4,8 °C und der Meeresspiegel um 0,45 bis 0,82 Meter zu rechnen (jeweils verglichen mit dem heutigen Niveau), Wetterextreme wie Dürren oder Hitzewellen werden häufiger.

Damit die schlimmsten Folgen des Klimawandels nicht eintreten, haben sich die 195 Unterzeichnerstaaten der UN-Klimarahmenkonvention (UNFCCC) auf ein Ziel geeinigt: Der Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur soll im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter unter 2 °C liegen („2°-Limit“). Außerdem soll erwogen werden, diesen Höchstwert in naher Zukunft auf 1,5 °C zu verringern.

Ende 2013 erschien der erste Teilband des AR5. Er kommt zu dem Schluss, dass die Menschheit bis 2011 bereits rund zwei Drittel jener Gesamtmenge an Kohlenstoffdioxid ausgestoßen hatte, die höchstens freigesetzt werden darf, wenn das 2°-Limit (mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens zwei Dritteln) eingehalten werden soll.

Nachwirkung von Emissionen:

Selbst wenn der Ausstoß von Treibhausgasen von einem Tag auf den anderen gestoppt würde, blieben die Temperaturen auf der Erde noch über Jahrhunderte erhöht. Die bereits durch menschliche Aktivitäten freigesetzten Treibhausgase befinden sich weiterhin in der Atmosphäre und entfalten dort ihre Wirkung. Die Begrenzung eines weiteren Temperaturanstiegs erfordert eine deutliche und dauerhafte Verringerung der Emissionen.

Über diese Publikation

Der Fünfte Sachstandsbericht (AR5) des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen der UN (IPCC) ist die aktuellste, umfassendste und bedeutendste Analyse des Klimawandels. Er fasst den Stand der weltweiten Forschung zusammen – und liefert damit die wissenschaftliche Faktenbasis für Entscheidungen in Politik und Wirtschaft, die in den kommenden Jahren rund um den Klimawandel anstehen.

Das vorliegende Dokument ist Teil einer Serie, in der die wichtigsten Ergebnisse des AR5 für bestimmte Wirtschaftsbereiche zusammengefasst werden. Dem liegt die Überzeugung zugrunde, dass die Energiewirtschaft die Erkenntnisse des AR5 besser nutzen könnte, wenn es eine kurze, verständliche und trotzdem akurate Zusammenfassung dieses sehr umfangreichen und fachsprachlichen Berichts gäbe.

Der folgende Text ist eine hoch komprimierte Darstellung der wichtigsten, für den Energiesektor bedeutsamen Inhalte des AR5, erfüllt jedoch dieselben hohen wissenschaftlichen Standards wie der Originalbericht.

Wir danken allen Beteiligten aus Wissenschaft und Wirtschaft, die viel Zeit und Mühe für die Überprüfung dieses Dokuments aufgewendet und wertvolle Rückmeldungen gegeben haben.

Basis der vorliegenden Zusammenfassung sind die von Fachexperten mehrfach geprüften und mit allen Quellenverweisen versehenen Veröffentlichungen des IPCC. Diese finden Sie unter: www.ipcc.ch (in Englisch) und www.de-ipcc.de (in Deutsch).

VERÖFFENTLICHT:

Oktober 2015
(Englische Originalausgabe:
Juni 2014)

WEITERE INFORMATIONEN:

E-mail: redaktion@klimafakten.de
www.cisl.cam.ac.uk/ipcc
www.klimafakten.de
www.worldenergy.org
www.bmz.de
www.stiftung2grad.de
www.europeanclimate.org

LEKTOREN:

Brian Statham, *Chairman of the Studies Committee, World Energy Council*,
Dr. Christoph Frei, *Secretary General, World Energy Council*
Cambridge Team:
Nicolette Bartlett, Stacy Gilfillan, David Reiner, Eliot Whittington

PROJEKTTEAM ENGL. AUSGABE:

Tim Nuthall (Projektleitung),
Joanna Benn (Projektmanagement/
Redaktion), Carolyn Symon/ Richard
Black (Redaktionelle Mitarbeit), Lucie
Basset/ Burnthebook (Layout/Design),
Myriam Castanié/Olivia Maes/
Simon McKeagney (Projektassistenz)

PROJEKTTEAM DT. AUSGABE:

Carel Carlowitz Mohn (Projektleitung),
Eva Freundorfer (Projektmanagement),
Toralf Staud (Redaktion),
Maren Rabe (Layout/Design),
Nicole Kaim-Albers, Weltenergierat
Deutschland (Lektorat)

ÜBERSETZUNG:

Scapha Translations

INFOGRAFIKEN:

Carl De Torres Graphic Design

Kern- ergebnisse



- 1 Weltweit steigt die Nachfrage nach Energie und dementsprechend die Emissionen.** Dieser Trend wird sich fortsetzen, angetrieben vor allem durch Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum. In den letzten Jahren hat sich die langfristige Tendenz einer schrittweisen Dekarbonisierung der Energieversorgung durch die wieder zunehmende Verfeuerung von Kohle umgekehrt.
- 2 Der Klimawandel stellt die Energieerzeugung und -übertragung vor immer größere Herausforderungen.** Ein fortdauernder Temperaturanstieg, immer häufigere und schwerere Extremwetterereignisse sowie veränderte Niederschlagsmuster werden Auswirkungen auf Energiegewinnung und -versorgung haben, auf den Nachschub an fossilen Brennstoffen, den Betrieb von thermischen und Wasserkraftwerken, auf Übertragungsleitungen usw. Jedoch gibt es Möglichkeiten, sich an zumindest einige Folgen des Klimawandels anzupassen.
- 3 Durch verschiedene Maßnahmen lässt sich der Treibhausgasausstoß im Energiesektor deutlich senken.** Dazu gehören eine Verringerung der Emissionen bei der Förderung und Umwandlung fossiler Brennstoffe, der Umstieg auf CO₂-ärmere Brennstoffe (zum Beispiel von Kohle auf Erdgas), eine effizientere Energieübertragung und -verteilung, eine stärkere Nutzung Erneuerbarer Energien oder auch der Kernkraft, die Einführung der CCS-Technologie und die Senkung des Endenergieverbrauchs.
- 4 Ein ambitionierter weltweiter Klimaschutz hätte weitreichende Auswirkungen auf den Energiesektor.** Sollen die Treibhausgasemissionen auf einem Niveau stabilisiert werden, das die Einhaltung des international vereinbarten 2°-Limits ermöglicht, dann ist in den kommenden Jahrzehnten eine grundlegende und weltweite Transformation der Energiebranche erforderlich – mit dem Ziel einer vollständigen Dekarbonisierung.
- 5 Anreize für Investitionen in CO₂-arme Technologien zu schaffen, ist eine zentrale Herausforderung** für Regierungen und Regulierungsbehörden, damit die Minderungsziele erreicht werden können. Die Senkung von Treibhausgasemissionen kann positive Nebeneffekte haben, etwa für die Gesundheit oder den Arbeitsmarkt. Einige Klimaschutzmaßnahmen können aber auch Risiken aufweisen.

Die Energiewirtschaft ist einerseits einer der Hauptverursacher des Klimawandels, andererseits wird sie in besonderem Maße unter ihm leiden. Denn in den kommenden Jahrzehnten wird die Branche sowohl die vielfältigen Folgen der Erderwärmung zu spüren bekommen als auch jene der Klimapolitik. Doch es steht viel auf dem Spiel: Ohne Emissionsminderungen wird die globale Durchschnittstemperatur bis Ende des Jahrhunderts wahrscheinlich um 2,6 bis 4,8 °C (gegenüber vorindustriellem Niveau) steigen.

Der Klimawandel bedroht die Anlagen und Infrastrukturen der Energieerzeugung und -verteilung. Die Öl- und Gasindustrie wird wahrscheinlich unter mehr Betriebsstörungen und -unterbrechungen infolge von Extremwetterereignissen leiden, sowohl an Land als auch auf See. Kraftwerke, insbesondere jene in Küstennähe, werden Extremwetterereignisse und den Meeresspiegelanstieg zu spüren bekommen. Öl- und Gaspipelines in Küstennähe sind durch den Ozeananstieg gefährdet, jene in kalten Gegenden durch tauende Permafrostböden. Stürme bedrohen die Stromnetze. Höhere Temperaturen können die Stromerzeugung beeinträchtigen (in manchen Gegenden beispielsweise thermische Kraftwerke und Wasserkraftanlagen), Wetterveränderungen den Anbau von Energiepflanzen erschweren. Grundsätzlich kann sich der Energiesektor zwar dem Klimawandel anpassen, muss dabei aber mit Zusatzkosten rechnen.

Der Energiesektor verursacht den größten einzelnen Teil der weltweiten Treibhausgasemissionen, sein Anteil lag 2010 bei 35 Prozent. In den vergangenen Jahren hat sich der langfristige Trend einer schrittweisen Dekarbonisierung der Energiewirtschaft gedreht: Zwischen 2000 und 2010 stiegen ihre Emissionen um ein Prozent pro Jahr stärker an als die Gesamtemissionen. Die Ursache dafür ist ein wachsender Anteil von Kohle am Energiemix.

Ohne entschiedene Klimaschutzmaßnahmen wird das Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum die Energienachfrage und damit verbunden die Emissionen von Treibhausgasen weiter nach oben treiben. Auch die Erderwärmung selbst könnte den Energiebedarf erhöhen,

indem sie etwa die Nachfrage nach Kühlung steigen lässt. 2010 wurden durch die Nutzung fossiler Brennstoffe im Energiesektor und in den Bereichen Verkehr, Industrie und Gebäude rund 30 Gigatonnen (Gt) Kohlendioxid freigesetzt. Ohne Klimaschutzmaßnahmen dürfte der Wert bis 2050 auf etwa 55 bis 70 Gt CO₂ steigen. Um das weltweit vereinbarte Ziel zu erreichen, die Erderwärmung auf höchstens 2 °C über vorindustriellem Niveau zu begrenzen, müsste sich der Anteil CO₂-armer Energien bis 2050 verdrei- oder -vierfachen. Bis spätestens zum Jahr 2100 müsste die Nutzung fossiler Brennstoffe praktisch eingestellt werden, sofern keine CO₂-Abscheidung (CCS) zum Einsatz kommt. Der Energiesektor müsste dann vollständig dekarbonisiert sein. Und wahrscheinlich werden dann sogar Technologien gebraucht, die der Atmosphäre Kohlendioxid entziehen können, zum Beispiel Biomasse-Kraftwerke mit CO₂-Abscheidung (BECCS).

Hocheffiziente Erdgaskraftwerke (GuD- und KWK-Anlagen) eignen sich als „Brückentechnologie“ hin zu einer CO₂-armen Wirtschaft. Sie können die Erzeugung von Wärme und Strom aus Kohle ersetzen und kurzfristige Emissionssenkungen ermöglichen (sofern die Methanleckagen bei der Erdgasförderung unter Kontrolle gebracht werden). Als CO₂-arme Energiequellen kommen CCS-Kraftwerke, die Kernkraft oder Erneuerbare Energien infrage. Je mehr Maßnahmen im Energiespar- und Energieeffizienzbereich ergriffen werden, desto weniger sind im Bereich der Energieversorgung nötig.

2012 floss bereits mehr als die Hälfte der Nettoinvestitionen im Stromsektor in CO₂-arme Technologien. Gleichwohl gibt es noch immer verschiedene Hürden und Risiken, darunter die Kostenfrage. Die zusätzlichen angebotsseitigen Investitionen, die für das Einhalten des 2°-Limits erforderlich wären, werden auf durchschnittlich 150 bis 700 Milliarden US-Dollar pro Jahr bis 2050 geschätzt. Ein Großteil dieser Investitionen würde positive Nebenwirkungen mit sich bringen, etwa eine verminderte Luft- und Wasserverschmutzung oder mehr lokale Arbeitsplätze. Doch angebotsseitige Klimaschutzmaßnahmen bergen in der Regel auch Risiken.

Zum Energiesektor gehören (nach der IPCC-Definition) alle Prozesse zur Förderung, Umwandlung, Speicherung, Übertragung und Verteilung von Energie – mit Ausnahme jener Prozesse in Endverbrauchssektoren (Industrie, Verkehr, Gebäude, Land- und Forstwirtschaft), die Endenergie verwenden.

Zusammen- fassung

Folgen des Klimawandels



Der Fünfte Sachstandsbericht (AR 5) des IPCC ist die detaillierteste Analyse des Klimawandels, die jemals vorgenommen wurde.

Es sind insbesondere drei Aspekte des Klimawandels, die sich auf die Energiewirtschaft auswirken werden: der weltweite Temperaturanstieg, Veränderungen regionaler Wettermuster (und Wasserhaushalte) sowie die Zunahme von Extremwetterereignissen. Diese Phänomene werden nicht nur die Nachfrage nach Energie beeinflussen, sondern in manchen Regionen Folgen für den gesamten Bereich der Energieproduktion und -übertragung haben. Zwar wird der Klimawandel wohl größtenteils negative Konsequenzen haben, doch sind auch gewisse positive Auswirkungen denkbar, etwa ein verringerter Energiebedarf in kalten Klimazonen.

Höhere Temperaturen in Verbindung mit Bevölkerungswachstum und Wirtschaftswachstum werden insgesamt zu einer **Zunahme der Energienachfrage** führen. Steigende Einkommen in ärmeren Ländern, die in warmen Klimazonen liegen, werden wahrscheinlich die Nachfrage nach Klimaanlagen erhöhen. Bei ungebremster Erderwärmung wird sich, so Prognosen, die weltweite Energienachfrage für Klimaanlagen in Wohngebäuden von knapp 300 TWh im Jahr 2000 auf 4.000 TWh im Jahr 2050 mehr als verdreizehnfachen. Ein großer Teil dieses Anstiegs ist auf die steigenden Einkommen in Schwellenländern zurückzuführen, aber der Klimawandel spielt ebenfalls eine Rolle. Gleichzeitig wird zwar in wohlhabenderen Ländern, die in kälteren Gegenden liegen, der Bedarf an Heizenergie fallen – doch unterm Strich dürfte die weltweite Energienachfrage steigen.

Obwohl **thermische Kraftwerke** (die zurzeit etwa 80 Prozent des weltweiten Stroms erzeugen) für den Betrieb unter verschiedenen klimatischen Bedingungen ausgelegt sind, wird ihr Wirkungsgrad infolge steigender Umgebungstemperaturen sinken. Zudem könnte in vielen Gegenden das Kühlwasser knapper werden und wärmer sein als heute. Drosselungen oder gar Komplettabschaltungen drohen.

Extremwetterereignisse können bei allen Arten von Kraftwerken den Betrieb stören. Doch die möglichen Folgen für Mensch und Umwelt bei **Kernkraftwerken** sind besonders groß, weil sicherheitsrelevante Anlagen ausfallen können, etwa Kühltechnik, Kontrollinstrumente oder Notfallgeneratoren.

Die Veränderung von Wettermustern infolge des Klimawandels wird auch regionale Wasserhaushalte verändern, auf denen der Betrieb von **Wasserkraftwerken** beruht. In manchen Gegenden werden geringere Niederschlagsmengen und steigenden Temperaturen zu signifikanten Wasserverlusten führen, weshalb Wasserkraftanlagen weniger oder unregelmäßiger Strom produzieren können. Beispielsweise wird für das afrikanische Sambesi-Becken ein Rückgang der Wasserkraftleistung um zehn Prozent bis 2030 und 35 Prozent bis 2050 erwartet (allerdings enthalten solche Berechnungen große Unsicherheiten). Demgegenüber könnten in Asien die Wasserkraftkapazitäten steigen.

Veränderte Wettermuster und Extremwetterereignisse stellen auch **Solar- und Windenergie** vor Herausforderungen: Die erwartete Zunahme der Bewölkung in manchen Regionen kann die Erträge von Solaranlagen sinken lassen, und eine steigende Zahl und Stärke von Stürmen lässt ganz generell häufigere Beschädigungen befürchten.

Temperaturzunahme und Wetterveränderungen werden wahrscheinlich negative Folgen für die Landwirtschaft haben, und zurückgehende oder unstete Ernten von Energiepflanzen bedeuten eine geringere Verfügbarkeit von **Biomasse** für die Energieerzeugung. Während in gemäßigten Klimazonen die Erderwärmung gewisse Ertragszuwächse bringen könnte, werden die Ernten in den Tropen bis 2050 mit mindestens 50-prozentiger Wahrscheinlichkeit um mehr als fünf Prozent zurückgehen.

In manchen niederschlagsreichen Regionen muss die **Kohlebranche** mit Schwierigkeiten rechnen, weil stärkere Regenfälle vermehrt Überschwemmungen und Erdrutsche in Tagebaugruben verursachen dürften.

Zu den klima- und wetterbedingten Gefahren für die **Öl- und Gasindustrie** gehören tropische Wirbelstürme, die ein Risiko für Bohrrinseln und die Infrastrukturen an Land darstellen und häufigere Betriebsunterbrechungen verursachen könnten. Zugleich könnte der Rückgang des arktischen Meereises neue Gebiete für die Öl- und Gasförderung zugänglich machen, was den Umfang der weltweit verfügbaren Lagerstätten erhöhen würde.

Auch die Infrastruktur für den Energietransport, etwa **Pipelines und Stromleitungen**, wird wahrscheinlich durch Extremwetterereignisse und höhere Temperaturen in Mitleidenschaft gezogen. Pipelines sind durch verschiedene Folgen des Klimawandels gefährdet: in Küstennähe durch den Meeresspiegelanstieg, in kalten Gebieten durch tauende Permafrostböden, in niederschlagsreichen Gegenden durch Überschwemmungen und Erdrutsche, in heißen Regionen durch Waldbrände, die durch vermehrte Hitzewellen wahrscheinlicher werden. Extremwetterereignisse, vor allem starke Winde, könnten Stromleitungen zusetzen.

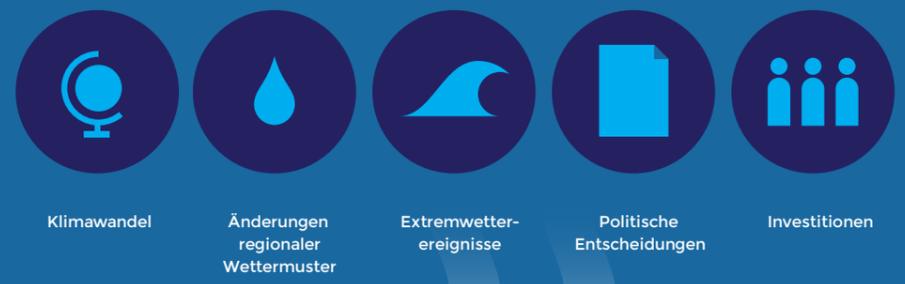
Folgen und Risiken

- Zunehmend häufigere und schwerere Extremwetterereignisse werden Auswirkungen auf Energiegewinnung und Stromerzeugung haben.
- Veränderte Wettermuster können Wasserkraft und andere wetterabhängige Erneuerbare Energien negativ wie auch positiv beeinflussen.
- Die Betriebssicherheit von Pipelines und Stromnetzen könnte beeinträchtigt werden.

Der Klimawandel – eine große Herausforderung für die Energiebranche.

Ohne strikten Klimaschutz wird die weltweite Durchschnittstemperatur wahrscheinlich über das international vereinbarte Zwei-Grad-Limit hinaus steigen. Als großer CO₂-Verursacher wird der Energiesektor sowohl von Einschnitten bei den Emissionen als auch von Folgen des Klimawandels betroffen sein.

Die weltweite Erwärmung, Veränderungen bei regionalen Wettermustern und Extremwetterereignissen werden sich sowohl auf die Nachfrage, als auch auf Produktion und Übertragung von Energie auswirken. Zudem hätten ambitionierte Klimaschutzmaßnahmen weitreichende Konsequenzen für die Investitionen.



Folgen des Klimawandels und Anpassungsmaßnahmen

Kraftwerke

Der Wirkungsgrad thermischer Kraftwerke wird infolge steigender Umgebungstemperaturen sinken. Kühlwasserknappheit und höhere Wassertemperaturen könnten Einschränkungen beim Betrieb bis hin zu zeitweiligen Stilllegungen zur Folge haben.

Pipelines

Infrastrukturen für den Energietransport sind gefährdet: Öl- und Gaspipelines in Küstennähe sind vom steigenden Meeresspiegel, jene in kalten Gebieten von tauenden Permafrostböden bedroht. Notwendig werden eine veränderte Raumordnung, risikobasierte Planungs- und Baunormen sowie Verbesserungen der Infrastruktur.

Stromnetze

Extremwetterereignisse, insbesondere starke Winde, könnten Stromleitungen beschädigen. In überarbeiteten Normen und Vorschriften können geeignete Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel verankert und Leitungstrassen aus Gebieten mit hohem Risiko verlegt werden.

Erneuerbare Energien

Veränderte regionale Wettermuster können einschneidende Folgen für die Wasserkreisläufe und damit für die Wasserkraftnutzung haben. Die erwartete Zunahme der Bewölkung in manchen Regionen kann zu geringeren Erträgen von Solaranlagen führen, die steigende Zahl und Stärke von Stürmen lässt ganz generell häufigere Beschädigungen befürchten.

Kernkraft

Wasserknappheit und Extremwetterereignisse stellen ein Risiko für Kernkraftwerke dar, weil sie wichtige (Sicherheits-)Einrichtungen und Prozesse stören könnten.

Möglichkeiten zur Emissionsminderung

CO₂ abscheiden und speichern

Das Abscheiden und Speichern von CO₂ (CCS) kann die Emissionen fossiler Kraftwerke senken. Die unterirdischen Speicherkapazitäten sind groß, alle Komponenten dieser Technologie bereits erprobt. CCS-Anlagen, die Biomasse verfeuern (BECCS), können der Luft sogar CO₂ entziehen. Doch es gibt Hindernisse für den Einsatz von CCS und BECCS, beispielsweise die damit verbundenen Kosten.

Effizienz erhöhen

Hier bestehen eine ganze Reihe von Optionen: Modernisierung bestehender und Bau neuer Kraftwerke, verlustärmere Energieübertragung und -verteilung, Einsatz besserer Technologien bei der Förderung und Weiterverarbeitung fossiler Brennstoffe u.a.

Brennstoffe wechseln

Die Umstellung auf CO₂-ärmere Brennstoffe (z.B. von Kohle auf Gas) kann Emissionen senken. Moderne Erdgaskraftwerke verursachen (sofern Methanlecks bei der Gasförderung vermieden werden) nur etwa halb so viel Treibhausgase wie der weltweite Durchschnitt der Kohlekraftwerke und eignen sich daher als „Brückentechnologie“.

Alternativen nutzen

Erneuerbare Energien wie Biomasse, Solar- oder Windkraft und die (allerdings risikobehaftete) Kernkraft können stärker genutzt werden. Momentan ist Wasserkraft die ertragreichste Erneuerbare Energiequelle, doch sind bei Solar, Wind und Biomasse die größten Wachstumsraten zu erwarten.

Verbrauch senken

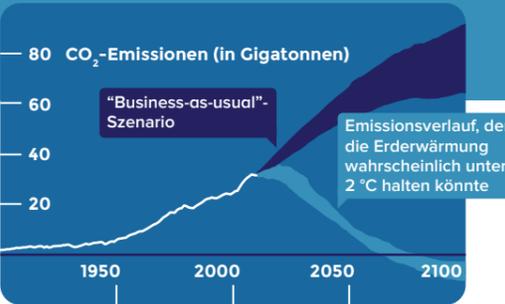
Energiesparen ist eine wichtige Klimaschutzmaßnahme. Wenn die Energienachfrage sinkt, sind auf der Erzeugungsseite weniger Emissionsminderungen nötig. Allerdings ist auf den „Rebound-Effekt“ zu achten, d.h. eingesparte Energie wird oft an anderer Stelle zusätzlich verbraucht.

Politischer Rahmen

Damit der globale Temperaturanstieg unter 2 °C bleibt, sind zusätzliche Investitionen in die Energieversorgung nötig. Diese können beispielsweise durch steuerliche Maßnahmen oder Subventionen gefördert werden.

Größter CO₂-Verursacher

Der Energiesektor ist mit 35% der größte einzelne Verursacher von TGH-Emissionen. Um das 2°-Limit einzuhalten, muss das Emissionswachstum im gesamten Energiesystem schnell gestoppt werden. Vor Ende des Jahrhunderts müssen die Emissionen auf Null sinken, und wahrscheinlich werden Technologien mit „negativen Emissionen“ vonnöten sein, etwa BECCS.



Regulatorischer Rahmen

Nicht nur durch finanzielle Anreize, sondern auch durch geeignete Marktregulierung können Regierungen erreichen, dass Möglichkeiten zur Emissionsminderung stärker genutzt werden.

Technologieinvestitionen

Neue Technologien für Energieeffizienz, -erzeugung, -förderung, -speicherung, -übertragung und -verteilung stehen bereit.

CO₂ bepreisen

Eine wichtige Aufgabe für Regierungen und Regulierungsbehörden wird darin bestehen, Kohlendioxid-Emissionen mit einem Preis zu versehen und dadurch Investitionen in CO₂-arme Technologien anzuregen.



Widerstandsfähigkeit

Mehrere Pfade können den Energiesektor weniger anfällig machen für die Folgen des Klimawandels.

Es gibt zahlreiche technische Möglichkeiten, um die Effizienz thermischer Kraftwerke so zu steigern, dass Verluste aufgrund höherer Umgebungstemperaturen mehr als ausgeglichen werden. Um Kernkraftwerke für die Folgen des Klimawandels zu rüsten, sind ebenfalls eine Reihe technischer und planerischer Vorkehrungen möglich, dazu gehört auch eine Drosselung oder Abschaltung bei extremen Bedingungen. Die Witterungsbeständigkeit von Solartechnik und Windkraftanlagen wird laufend verbessert.

Bergbauunternehmen können die Entwässerung und den Ablauf in Kohlelagern optimieren sowie die Verarbeitung der Kohle an deren erhöhten Feuchtegehalt anpassen. Pipeline-Betreiber können durch Flächennutzungspläne oder risikobasierte Planungs- und Baunormen zur Vorsorge bei neuen Pipelines oder Nachrüstungen bei bestehenden Infrastrukturen verpflichtet werden.

Die technischen Normen für Stromnetze können so ergänzt werden, dass Betreiber geeignete Anpassungsmaßnahmen treffen. Dies kann auch bedeuten, Leitungen aus Gebieten mit hohem Risiko heraus zu verlegen.

Die Entwicklungstrends beim Energiebedarf etwa für Heiz- und Kühlzwecke beeinflussen auch den Energiemix, und auf diese Trends kann man sich vorbereiten. Beim Heizen werden fossile Brennstoffe oft direkt verfeuert, während Kühltechnik in der Regel elektrisch betrieben wird. Wird also künftig mehr gekühlt und weniger geheizt, werden fossile Brennstoffe seltener direkt genutzt und zugleich die Stromnachfrage erhöht.

Handlungsoptionen für Klimaschutz

Eine Bandbreite an ausgereiften Lösungsansätzen steht bereit, die bei flächendeckendem Einsatz zur deutlichen Senkung der Emissionen im Energiesektor führen kann. Dennoch steht die Energiewirtschaft vor einer beträchtlichen Herausforderung. Szenarien zur Einhaltung des international vereinbarten 2°-Limits sehen in der Regel vor, dass die gesamte Energieversorgung irgendwann zwischen Mitte und Ende des Jahrhunderts praktisch vollständig auf CO₂-freie Energieträger umzustellen ist. Und wahrscheinlich werden sogar „negative Emissionen“ gebraucht, also Technologien, die der Atmosphäre CO₂ entziehen.

Möglichkeiten zur Emissionsminderung sind beispielsweise:

- Verringerung des Treibhausgasausstoßes bei der Förderung und Verarbeitung fossiler Brennstoffe
- Umstellung auf CO₂-ärmere Brennstoffe (zum Beispiel von Kohle auf Erdgas)
- effizientere Energieübertragung und -verteilung
- stärkere Nutzung Erneuerbarer Energiequellen
- Ausbau der Kernkraft
- Einführung von CO₂-Abscheidung und -Speicherung (CCS) in Kraftwerken; werden solche Kraftwerke mit Biomasse befeuert (BECCS), sind sogar „negative Emissionen“ möglich
- Verringerung des Endenergieverbrauchs

Rohstoffförderung und -Verarbeitung

Momentan gehen fünf bis zehn Prozent aller Treibhausgasemissionen, die durch fossile Energieträger verursacht werden, auf deren Förderung und Verarbeitung zurück. Dieser Anteil könnte noch zunehmen, etwa durch längere Transportwege, den Abbau von Kohle in tieferen Gruben, die energieintensivere Gewinnung von Erdöl und -gas aus unkonventionellen Vorkommen (beispielsweise Schiefergas oder Öl aus Teersanden) oder durch den höheren Energieeinsatz bei der Ausbeutung sich leerender Lagerstätten. Zu den möglichen Klimaschutzmaßnahmen gehören:

- Emissionsminderung bei Förderung und Transport, etwa durch energieeffizientere Techniken oder den Einsatz CO₂-armer Energiequellen in Bergwerken, auf Öl- und Gasfeldern sowie in den Transportnetzen
- Erfassung und Nutzung von Methan in Kohlebergwerken
- Leckagen und das Abfackeln von Gas bei Förderung, Verarbeitung und Transport von Erdöl und -gas vermeiden

Brennstoffumstellung

Wenn CO₂-intensive Brennstoffe durch CO₂-arme ersetzt werden, sinken die Gesamtemissionen. Moderne Erdgaskraftwerke verursachen (sofern Methanlecks bei der Gasförderung vermieden werden) nur etwa halb so viel Treibhausgase pro erzeugter Kilowattstunde wie der weltweite Durchschnitt der Kohlekraftwerke. Doch müssen, um das 2°-Limit nicht zu überschreiten, die durchschnittlichen Emissionen bei der Stromerzeugung bis 2050 unter den besten heute erzielbaren Werten von Gas- und Dampfturbinenkraftwerken liegen. Der Wechsel von Kohle zu Gas ist daher lediglich eine „Brückentechnologie“. Langfristig betrachtet werden auch Erdgaskraftwerke ein Problem für das 2°-Limit, wenn sie nicht mit CCS-Technologie ausgerüstet sind.

Effizienzsteigerungen

Eine verlustarme Stromübertragung und -verteilung trägt zur Senkung der Treibhausgasemissionen bei. Je nach Land variieren die Energieverluste stark. In den OECD-Staaten betragen sie (im Jahr 2000) insgesamt 6,5 Prozent, in manchen Entwicklungsländern liegen sie über 20 Prozent. Bessere Transformatoren und eine dezentrale Stromerzeugung können die Verluste mindern, weitere Optionen sind z.B. dynamisches Lastmanagement, gasisolierte Übertragungsleitungen und Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ).

Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien senken den Treibhausgasausstoß deutlich, und sie werden immer konkurrenzfähiger. Sie liefern bereits gut ein Fünftel des weltweiten Stroms und machten 2012 gut die Hälfte der weltweit neu installierten Kraftwerkskapazitäten aus. Zwischen 2005 und 2012 verfünffachte sich die Stromerzeugung aus Wind, die mittels Photovoltaik wuchs um den Faktor 25. Aber noch immer wird nur ein winziger Teil des Potenzials der Erneuerbaren genutzt. Laut Schätzungen könnte in jeder Region der Erde das 2,6-Fache des Energiebedarfs aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden. Momentan ist Wasserkraft die ertragreichste Erneuerbare Energie, doch ist bei Solar, Wind und Biomasse das größte Wachstum zu erwarten. Allerdings sind die regionalen Unterschiede groß, in bestimmten Ländern werden Wasserkraft und Geothermie auch künftig eine wichtige Rolle spielen. Am stärksten wird der Vormarsch der Erneuerbaren bei der Stromerzeugung sein, zumindest kurz- bis mittelfristig, gefolgt von Wärme-/Kühltechnik und dem Verkehrsbereich. Um den Marktanteil Erneuerbarer Energien zu steigern, brauchen sie weiterhin direkte Unterstützung (z.B. durch Einspeisevergütungen, verpflichtende Quoten oder Ausschreibungsmodelle) und/oder indirekte Unterstützung (z.B. durch CO₂-Preise, mit denen externe Kosten fossiler Energien internalisiert werden). Allerdings ergeben sich dann neue Herausforderungen für die Stromnetze. Technische Lösungen dafür sind vorhanden, doch sie brauchen unter Umständen zusätzliche politische Unterstützung und können höhere Kosten verursachen.

Kernenergie

Kernkraft könnte einen wachsenden Beitrag zu einer CO₂-armen Energiegewinnung leisten, doch bestehen verschiedene Hindernisse und Risiken. Soll sie weltweit fortgeführt und weiter ausgebaut werden, muss mehr Aufmerksamkeit auf Sicherheit, Rentabilität, Uranaufbereitung, Abfallmanagement und Verhinderung der Proliferation gelegt werden. An der Erforschung und Entwicklung einer neuen Kernkraftgeneration, zum Beispiel neuen Brennstoffkreisläufen und Reaktortechnologien, wird gearbeitet.

CCS und Biomasse

Die CO₂-Abscheidung und -speicherung (CCS) hat das Potenzial, CO₂-Emissionen fossiler Kraftwerke deutlich zu reduzieren. Ohne den flächendeckenden Einsatz von CCS ist die Erderwärmung kaum noch unter 2°C zu halten; zudem wären die Kosten für Klimaschutz deutlich höher. Obwohl alle technischen Komponenten verfügbar sind, wurde CCS noch nie in einem großen, kommerziell genutzten, fossilen Kraftwerk eingesetzt.

Die geologischen Speicherkapazitäten sind groß genug, um den Bedarf im 21. Jahrhundert zu decken. Doch sind sie ungleich verteilt und befinden sich nicht dort, wo die meisten Emissionen entstehen. Die weltweite Speicherkapazität unter Tage wird auf 3.900 Gt CO₂ geschätzt, wovon heute erst 0,03 Gt CO₂ genutzt werden. Zum Vergleich: Die durchschnittlichen Jahresemissionen aus der Nutzung fossiler Brennstoffe und aus der Industrie werden derzeit auf etwa 30 Gt CO₂ geschätzt. Damit sich CCS etabliert, sind Anreize wie Subventionen oder eine CO₂-Steuer auf Emissionen notwendig. Zudem muss geregelt werden, wer (kurz- und langfristig) für die Dichtigkeit der Speicher haftet. Trotz CCS und aller anderen Möglichkeiten der Emissionsminderung sind, um das 2°-Limit einzuhalten, wahrscheinlich auch Technologien mit „negativen Emissionen“ nötig, also solche, die der Atmosphäre CO₂ entziehen. Eine der wenigen Möglichkeiten hierfür sind CCS-Kraftwerke, in denen Biomasse verfeuert wird (BECCS). Doch der mit diesem Ansatz verbundene großflächige Anbau von Energiepflanzen bringt Risiken mit sich, etwa Gefahren für die Artenvielfalt, Nutzungskonkurrenzen um Ackerflächen oder eine unstete Brennstoffversorgung (unsichere Ernten infolge des Klimawandels).

Energie einsparen

Die Senkung des Endenergieverbrauchs ist eine Kernstrategie zur Emissionsminderung (und hilft zudem, weitergefasste Nachhaltigkeitsziele zu erreichen). Eine geringere Nachfrage nach Energie bedeutet, dass bei der Erzeugung die Herausforderungen zur Treibhausgas-Minderung kleiner werden. Energieeffizienz bringt zahlreiche Vorteile mit sich, unter anderem:

- senkt sie den Bedarf an neuen Energieoptionen,
- ermöglicht sie die Beibehaltung einer Vielfalt an Energieerzeugungstechnologien; so ist bei einem sehr deutlich gesenkten Energiebedarf die Beibehaltung eines kleinen Anteils CO₂-intensiverer Energieerzeugung weniger problematisch; außerdem ermöglicht ein absolut stark verringerter Energiebedarf auch den Einsatz CO₂-ärmerer aber teurerer Technologien,
- macht sie Investitionen in CO₂-intensive Infrastrukturen überflüssig, die entweder hohe Emissionen über viele Jahre festschreiben oder vor Ablauf ihrer Lebenszeit aus klimapolitischen Gründen stillgelegt werden,
- vermeidet sie Risiken angebotsseitiger Klimaschutzmaßnahmen wie z.B. beim Anbau von Energiepflanzen.
- bringt sie positive Nebeneffekte für andere politische Ziele mit sich.

Allerdings darf der „Rebound-Effekt“ nicht übersehen werden (siehe Glossar).

Zusatznutzen und Risiken

CO₂-arme Technologien können positive Nebeneffekte mit sich bringen: So schuf China 2010 durch Investitionen im Solarsektor fast eine halbe Million Arbeitsplätze, für Deutschland und Spanien werden bis 2030 jeweils 500.000 bis 600.000 Stellen im Bereich Erneuerbare Energien erwartet. Doch fallen im Gegenzug anderswo Jobs weg, der Nettoeffekt einer Umstellung auf CO₂-arme Energien ist unklar. Eine Einführung von CCS könnte Arbeitsplätze im Kohle- und Gassektor erhalten. Zu den Zusatznutzen einer kohlenstoffarmen Entwicklung zählen außerdem eine geringere Abhängigkeit von Energieimporten, ländliche Entwicklung (vor allem in ärmeren Staaten) sowie weniger Erkrankungen durch Luft- und Wasserverschmutzung.

Doch bergen CO₂-armen Energien auch Risiken: Wasserkraftwerke unterbrechen Flussläufe, Windräder können Vögel gefährden, und vor allem die Biomasseerzeugung hat einen größeren Flächenbedarf als fossile Alternativen. Die Kernkraft birgt Gesundheits- und Sicherheitsrisiken. Doch auch die fossile Energieerzeugung hat Nachteile (weit über die Klimaschäden hinaus), und diese dürften künftig noch größer werden, weil unkonventionelle Fördermethoden für Öl und Gas mehr und mehr an Bedeutung gewinnen. Insgesamt betrachtet überwiegen jedenfalls die Vorteile eines gut durchdachten CO₂-armen Energieversorgungssystems.

Politik

Grundsätzlich haben energiepolitische Maßnahmen dann Erfolg, wenn Kompetenzen auf- und finanzielle Hürden abgebaut werden, wenn rechtliche wie regulatorische Rahmenbedingungen verlässlich sind. Eine wirksame Klimapolitik im Energiesektor erfordert gesicherte Eigentumsrechte, die Durchsetzbarkeit von Verträgen und eine zuverlässige Erfassung von Emissionen. Zu beachten ist, dass bestimmte Maßnahmen auch unerwünschte Folgen haben, etwa durch den sogenannten „Rebound-Effekt“: Wenn beispielsweise die Kosten für den Gebrauch eines Geräts aufgrund höherer Energieeffizienz sinken, nutzt es der Anwender möglicherweise häufiger.

Klimaschutzmaßnahmen können fossile Rohstoffvorkommen entwerten und die Einnahmen aus Förderung und Export sinken lassen. Doch bestehen Unterschiede zwischen verschiedenen Regionen und Rohstoffen. Die meisten Szenarien gehen von Verlusten für große Kohle- und Ölexporture aus. Für Erdgasproduzenten sind die Folgen weniger klar, bei ihnen könnten bis 2050 die Gewinne sogar steigen. Die Verfügbarkeit von CCS kann die Auswirkungen auf die Erlöse abschwächen.



Die Erderwärmung hat Folgen für den gesamten Energiesektor – zum einen direkt durch Klimaveränderungen, zum anderen indirekt durch politische Beschlüsse zum Klimaschutz.



Fazit

Die Erderwärmung wird sich auf den gesamten Energiesektor auswirken – zum einen direkt durch Veränderungen des Klimas, zum anderen indirekt durch politische Beschlüsse zum Klimaschutz.

Wenn die Regierungen das international vereinbarte 2°-Limit einhalten wollen, ist verschiedenen Szenarien zufolge eine grundlegende Transformation der Energiewirtschaft erforderlich.

Grundsätzlich gehen die Projektionen von drei parallel ablaufenden Prozessen aus: Verringerung des Endenergieverbrauchs, Dekarbonisierung der Stromerzeugung sowie vermehrter Einsatz von Elektrizität in Bereichen, die derzeit auf anderen Energieformen basieren wie beispielsweise Wärme oder Verkehr. Ein Großteil der schrittweisen Investitionen wird in Entwicklungsländern erfolgen, wo die Nachfrage schneller wächst als in den Industriestaaten. Das zusätzlich erforderliche Kapital würde zum Teil durch die geringeren Betriebskosten vieler emissionsarmer Energiequellen ausgeglichen.

Betrachtet man den Durchschnitt aller Wirtschaftssektoren, werden die Kosten für den Klimaschutz das weltweite Wirtschaftswachstum um 0,04 bis 0,14 Prozentpunkte niedriger ausfallen lassen. Doch verglichen mit anderen Wirtschaftsbereichen dürften das Ausmaß des Systemumbaus aber auch die Investitionsmöglichkeiten im Energiesektor größer sein als in anderen Sektoren. Um die Erderwärmung auf höchstens zwei Grad Celsius (im Vergleich zum vorindustriellen Niveau) zu begrenzen, sind im Energiesystem weltweit allein auf der Erzeugungsseite schätzungsweise 190 bis 900 Milliarden US-Dollar zusätzliche Investitionen pro Jahr nötig. Diese könnten allerdings eine Reihe positiver Nebeneffekte für die Volkswirtschaften mit sich bringen. Zu bedenken ist jedenfalls, dass die Investitionszyklen im Energiesektor üblicherweise 30 Jahre oder mehr betragen; die Entscheidungen der kommenden Jahrzehnte sind daher mit ausschlaggebend für die Frage, ob der Energiesektor zur Einhaltung des 2°-Limits beiträgt oder aber zu dessen Überschreitung.

Eine Kernaufgabe für Regierungen und Regulierungsbehörden wird darin bestehen, Kohlendioxid-Emissionen mit einem Preis zu versehen. Dadurch würden notwendige Anreize für zusätzliche Investitionen in CO₂-arme Technologien gesetzt. Daneben sind weitere Investitionen in Forschung und Entwicklung erforderlich sowie attraktive fiskalpolitische und regulatorische Rahmenbedingungen.



Glossar

ANPASSUNG

(engl.: *adaptation*) Der Prozess des Sich-Einstellens auf bereits eingetretene oder erwartete Klimaveränderungen und deren Folgen. Die Anpassung soll Schäden für die Menschheit mindern oder abwenden oder mögliche Chancen nutzen. Auch Ökosysteme können durch menschliche Eingriffe besser auf den Klimawandel und dessen Folgen vorbereitet werden.

AR5

Das Kürzel AR steht für „Assessment Report“, zu deutsch Sachstandsbericht. Seit 1990 hat der IPCC (zu deutsch: Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen) insgesamt fünf derartige Berichte veröffentlicht, die den aktuellen Stand der Forschung zum Klimawandel zusammenfassen. Der 2013/14 erschienene fünfte Sachstandsbericht wird abgekürzt als AR5.

BECCS

Abkürzung für den englischen Begriff *Bio-energy with CCS*, also für die Kombination von Biomasse-Verbrennung und CCS. Mit dieser Technologie könnte der Atmosphäre CO₂ entzogen und gespeichert werden.

BIOMASSE

In der Energietechnik bezeichnet der Begriff organische Stoffe biogener, nicht fossiler Art, die energetisch genutzt werden können, beispielsweise Holz oder Rapsöl.

CCS

Abkürzung für den englischen Begriff *Carbon Capture and Storage* (CO₂-Abscheidung und Speicherung). Bei dieser Technologie wird Kohlendioxid aus den Abgasen von Kraftwerken oder Industrieanlagen abgeschieden, aufbereitet, komprimiert und zu einer unterirdischen Lagerstätte transportiert, in der es langfristig von der Atmosphäre ferngehalten werden soll.

CO₂-ARME STROMERZEUGUNG

Prozesse oder Technologien zur Produktion von Elektrizität, die wesentlich niedrigere Mengen Kohlendioxid freisetzen als durch die konventionelle Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen.

DEKARBONISIERUNG

(engl.: *decarbonisation*) Der Prozess, mit dem Staaten oder andere Einheiten eine CO₂-arme Wirtschaft erreichen oder mit dem Einzelpersonen ihre CO₂-Emissionen verringern wollen.

ENDENERGIE

Jene Energie, die nach Abzug von Wandlungsverlusten (etwa in Kraftwerken) und Übertragungsverlusten (in Netzen) an Endverbrauchseinrichtungen ausgeliefert wird (zum Beispiel in Form von Strom) und für Energiedienstleistungen nutzbar ist.

ENERGIEPFLANZEN

Energiepflanzen sind Pflanzen, die insbesondere für die energetische Nutzung angebaut werden. Die Nutzung erfolgt thermisch (das heißt durch Verbrennung) oder die Energie wird aus festen, flüssigen oder gasförmigen Pflanzenprodukten gewonnen.

ERNEUERBARE ENERGIEN

Jede Art von Energie, die sich durch natürliche Prozesse mit einer Geschwindigkeit erneuert, die der Nutzungsrate entspricht oder diese übertrifft. Beispielsweise aus Sonnenstrahlung, Erdwärme oder biologischen Ressourcen.

GAS- UND DAMPFTURBINENKRAFTWERK

Mit Erdgas betriebene Anlage für die Stromgewinnung, in der Abwärme aus der vorgeschalteten Gasverbrennung (meist in Form von Dampf) für den Betrieb einer zweiten Turbine genutzt wird. Dies erhöht den Gesamtwirkungsgrad erheblich.

KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG (KWK)

Gleichzeitige Gewinnung von Wärme und Strom, wodurch ein Kraftwerk die Energie eines Brennstoffs erheblich besser ausnutzt.

LOCK-IN-EFFEKT

(von engl. *lock-in* = einschließen) Situation, in der eine Änderung der aktuellen Lage durch hohe Wechselkosten unwirtschaftlich wird, selbst wenn es viele andere Vorzüge brächte.

REBOUND-EFFEKT

Durch Effizienzmaßnahmen erzielte Energieeinsparungen gehen häufig mit einem steigenden Energieverbrauch an anderer Stelle einher – dies bezeichnet man als Rebound-Effekt. Als eine Ursache gilt, dass eingesparte Energiekosten genutzt werden können, um zusätzlichen Energieverbrauch zu finanzieren.

SCHIEFERGAS

Erdgas aus Tonsteinen mit einer geringen Durchlässigkeit. Für Förderung wird die hydraulische Risserzeugung (engl.: *hydraulic fracturing*) angewendet, die mit gewissen Risiken verbunden ist.

TREIBHAUSGAS (TGH)

Gasförmiger Stoff natürlichen oder menschlichen Ursprungs, der in der Erdatmosphäre Infrarot- Wärmestrahlung absorbieren und wieder abgeben kann. Die wichtigsten Treibhausgase in der Atmosphäre sind Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid, Distickstoffdioxid (Lachgas), Methan und Ozon. In ihrer Gesamtwirkung erhöhen sie den Wärmegehalt des Klimasystems.

ZUSATZNUTZEN

Die positiven Effekte, die eine auf ein bestimmtes Ziel ausgerichtete Strategie oder Maßnahme auf andere Ziele hat.

„Fortgesetzte Emissionen von Treibhausgasen werden eine weitere Erwärmung und Veränderungen in allen Komponenten des Klimasystems bewirken. Die Begrenzung des Klimawandels erfordert beträchtliche und anhaltende Reduktionen der Treibhausgasemissionen.“

IPCC, 2013

Rechtlicher Hinweis:

Diese Publikation wurde erarbeitet und herausgegeben von der European Climate Foundation (ECF), dem Weltenergierrat (WEC), von der Judge Business School (CJBS) und dem Institute for Sustainability Leadership (CISL) der Universität Cambridge. Das Projekt wurde von der ECF initiiert und finanziert und vom CISL gefördert.

Die deutsche Ausgabe wird von klimafakten.de in Zusammenarbeit mit dem Weltenergierrat WEC herausgegeben.

Die Reihe mit Zusammenfassungen, zu denen der vorliegende Bericht gehört, soll den Fünften Sachstandsbericht (AR5) des IPCC nicht in seiner Gesamtheit wiedergeben; es handelt sich nicht um offizielle IPCC-Dokumente. Die Zusammenfassungen wurden im Peer-Review-Verfahren durch Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft überprüft. Die englische Fassung ist die offizielle Version.

Das BMZ entwickelt die Leitlinien und Konzepte deutscher Entwicklungspolitik. Es bestimmt die langfristigen Strategien der Zusammenarbeit mit den verschiedenen Akteuren und definiert die Regeln für ihre Durchführung. Aus dieser Grundsatzarbeit werden anschließend mit den Partnerländern der deutschen Entwicklungszusammenarbeit und mit den entwicklungspolitisch tätigen internationalen Organisationen gemeinsame Vorhaben entwickelt.

Über uns:

Das Institute for Sustainability Leadership (CISL) der Universität Cambridge schafft Verbindungen zwischen

Wirtschaft, öffentlicher Verwaltung und Wissenschaft, um Lösungen für entscheidende Herausforderungen im Bereich der Nachhaltigkeit zu finden.

CJBS möchte Veränderungsprozesse anstoßen. Zahlreiche unserer Akademiker sind führend in ihren Fachbereichen.

klimafakten.de vermittelt expertengeprüfte Basisinformationen zum Klimawandel in allgemeinverständlicher Sprache und kontert wissenschaftlich nicht haltbare Behauptungen. Die Website ist ein Projekt der European Climate Foundation (ECF) und der Stiftung Mercator.

Der World Energy Council ist die internationale Plattform für die Diskussion globaler und langfristiger Energiefragen. Sein Ziel ist es, die nachhaltige Nutzung aller Energieformen voranzutreiben – zum Wohle aller Menschen. Der Weltenergierrat - Deutschland vertritt die deutsche Energiebranche innerhalb der globalen Organisation. Er setzt sich dafür ein, den internationalen Aspekten der Energie- und Umweltpolitik auch in der nationalen Debatte Beachtung verschaffen.

Weitere Informationen:

E-Mail: redaktion@klimafakten.de
www.cisl.cam.ac.uk/ipcc
www.klimafakten.de
www.bmz.de
www.europeanclimate.org
www.weltenergierrat.de oder www.worldenergy.org

Diese Publikation wurde mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) gedruckt. Die Meinungen, die darin zum Ausdruck kommen, entsprechen nicht notwendigerweise der Position der deutschen Bundesregierung und bedeuten nicht zwangsläufig eine Zustimmung BMZ zu den hier dargestellten Positionen.



Bundesministerium für
wirtschaftliche Zusammenarbeit
und Entwicklung

Vervielfältigung und Nutzung:

Die Materialien stehen zur allgemeinen Verfügung, um damit die Diskussion über den Fünften IPCC-Sachstandsbericht und seine Folgen für die Wirtschaft zu fördern. Sie werden unter der Creative Commons License BY-NC-SA veröffentlicht (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.de>)

Das Dokument kann unter folgendem Link heruntergeladen werden:
www.cisl.cam.ac.uk/ipcc (in Englisch)
www.klimafakten.de/ar5 (auf Deutsch)

