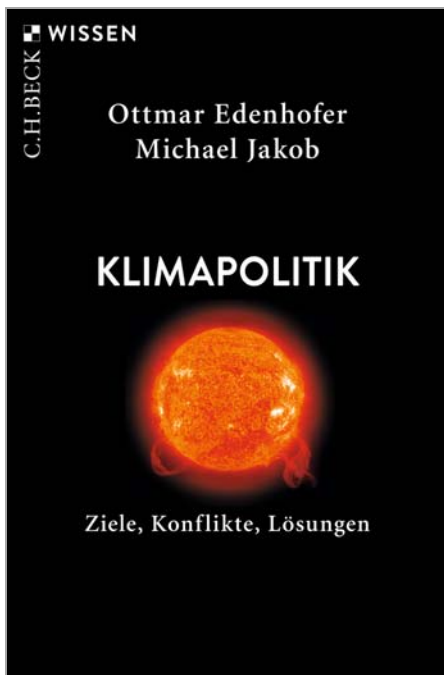


Unverkäufliche Leseprobe



Ottmar Edenhofer, Michael Jakob
Klimapolitik

Ziele, Konflikte, Lösungen

2019. 144 S., mit 14 Abbildungen und 2 Tabellen
ISBN 978-3-406-73615-5

Weitere Informationen finden Sie hier:
<https://www.chbeck.de/27078838>

© Verlag C.H.Beck oHG, München

Das Ziel von Klimapolitik besteht darin, die Folgen des Klimawandels zu begrenzen. Kaum ein Politikbereich ist so sehr abhängig von der Wissenschaft. Das hat auch einen Vorteil: Wissenschaftliche Erkenntnisse kann man nicht mit einem bloßen Machtwort manipulieren. Regierungen können in der Debatte mit der Wissenschaft nicht mehr ausschließlich auf Macht und Interesse rekurren, sondern müssen sich auf Wahrheit, Objektivität, Fakten und Werte beziehen. Noch hat die Menschheit wenig Erfahrung mit der gerechten und effizienten Nutzung globaler Gemeinschaftsgüter. Daher kommt der Klimapolitik eine besondere Bedeutung zu, denn sie hat für die internationale Kooperation auf vielen Feldern eine Vorbildfunktion.

Prof. Dr. Ottmar Edenhofer ist Lehrstuhlinhaber für die Ökonomie des Klimawandels an der TU Berlin, Direktor und Chefökonom am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung und Direktor des Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC). Von 2008 bis 2015 war er einer der Vorsitzenden des Weltklimarates (IPCC). Unter seiner Leitung entstand der IPCC-Sonderbericht zu erneuerbaren Energien und der Vermeidung des Klimawandels (SRREN) sowie der Fünfte Sachstandsbericht «Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change» des Weltklimarates. Bei C.H.Beck ist von ihm als Mitherausgeber lieferbar: *Global, aber gerecht. Klimawandel bekämpfen, Entwicklung ermöglichen* (2000).

Dr. Michael Jakob arbeitet am Mercator Research Institute for Global Commons and Climate Change (MCC) mit den Forschungsschwerpunkten Klimapolitik in Entwicklungsländern, Infrastrukturpolitik sowie Wirtschaftswachstum.

Ottmar Edenhofer/Michael Jakob

KLIMAPOLITIK

Ziele, Konflikte, Lösungen

C.H.Beck

Mit 14 Abbildungen und 2 Tabellen

Die erste Auflage dieses Buches erschien 2017.

Für Annette, Sarah und Jacob (OE)

Für Evelyn, Hans, Rike und Milo (MJ)

2., aktualisierte und erweiterte Auflage. 2019

Originalausgabe

© Verlag C.H.Beck oHG, München 2017

www.chbeck.de

Satz: C.H.Beck.Media.Solutions, Nördlingen

Druck und Bindung: Druckerei C.H.Beck, Nördlingen

Reihengestaltung Umschlag: Uwe Göbel (Original 1995, mit Logo),

Marion Blomeyer (Überarbeitung 2018)

Umschlagabbildung: Sonnenprotuberanz, © IAM/akg-images

Printed in Germany

ISBN 978 3 406 73615 5



klimaneutral produziert

www.chbeck.de/nachhaltig

Inhalt

Vorwort	7
1. Das Klimaproblem und die Klimapolitik	12
Welche Risiken birgt der Klimawandel?	12
Was ist mit der Vermeidung gefährlichen Klimawandels gemeint?	15
Internationale Klimapolitik als Wette	17
2. Die Bestandsaufnahme der Klimapolitik	20
Die Entwicklung der Emissionen	21
Das Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum	27
Die Renaissance der Kohle und das Angebot fossiler Energieträger	31
Abholzung und Landnutzung	35
Energieeffizienz und erneuerbare Energien	37
3. Ziele und Wege der Klimapolitik	39
Das 2 °C-Ziel als langfristige Klimapolitik	41
Die Pfade der Transformation	44
Dem technischen Fortschritt eine neue Richtung geben . .	50
Die Kosten und Risiken des Klimaschutzes	56
Wachstumsverzicht und Klimaschutz	60
Anpassung – auch bei erfolgreicher Klimapolitik unvermeidlich	63
Solar Radiation Management – der letzte Pfeil im Köcher?	64
4. Instrumente und Institutionen der Klimapolitik	67
Ein Preis für Emissionen und andere Politikinstrumente .	70
Warum wir internationale Klimapolitik benötigen	72
Das Paradoxon internationaler Vereinbarungen	78

Die internationalen Verhandlungen	80
Nach Paris: Vorschläge für die Ausgestaltung der internationalen Klimapolitik	86
Die Klimapolitik der Europäischen Union	92
Die deutsche Energiewende und der Klimaschutz	99
Klimapolitik, Ungleichheit und Armutsbekämpfung	118
5. Die Rolle der Wissenschaft in der Klimapolitik	122
Der Weltklimarat (IPCC)	123
Der IPCC und die Modelle der wissenschaftlichen Politikberatung	127
Die künftigen Herausforderungen für den IPCC	130
Narrative der Klimapolitik	133
Ausblick	136
Weiterführende Literatur	139
Quellen für Daten und Grafiken	141
Register	143

Vorwort

Dieses Buch bietet eine knappe Übersicht über die Klimapolitik. Es will den Leser in die daraus erwachsenden Konflikte und die Möglichkeiten ihrer Überwindung einführen. Unser Ziel ist es, den aktuellen Stand der Forschung in allgemein verständlicher Sprache darzustellen, ohne dabei die komplexen Zusammenhänge, die es zur Vermeidung des Klimawandels zu berücksichtigen gilt, so zu vereinfachen, dass sie den Eindruck falscher Sicherheit erwecken. Die Kolleginnen und Kollegen am Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC) und am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) haben uns durch ihre Forschungen und in vielen produktiven Diskussionen geholfen, das Problem der Klimapolitik besser zu verstehen. Die Arbeit mit vielen Forschern weltweit, vor allem mit den Autorinnen und Autoren des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), haben unsere Argumente geschärft und uns ermöglicht, die Grenzen unserer eigenen Expertise zu überschreiten. Die Fehler des Buches gehen zu unseren Lasten. Die Begegnung mit Menschen, die schon heute an den Folgen des Klimawandels, unter schlechten Regierungen und unter wuchernder Korruption leiden, hat uns motiviert, dieses Buch zu schreiben.

Zur Entstehung dieses Buchs haben zahlreiche Kollegen durch inhaltliche und stilistische Vorschläge beigetragen. Hierfür danken wir Annette und Jacob Edenhofer, Christian Flachsland, Sabine Fuss, Lion Hirth, Brigitte Knopf, Nicolas Koch, Ulrike Kornek, Fabian Löhe, Jan Minx, Michael Pahle und Rike Schweizer. Wir danken Susanne Stundner für gründliches Korrekturlesen und Kay Schröder für die Erstellung der Abbildungen.

Vorwort zur 2. Auflage

Die 2. Auflage musste angesichts der Entwicklungen der vergangenen beiden Jahre erweitert werden: Der Weltklimarat veröffentlichte seinen Sonderbericht zur 1,5 °C-Grenze im Oktober 2018. Die EU unternahm den Versuch, den europäischen Emissionshandel zu reformieren, und hat ambitionierte Maßnahmen für die Verkehrs-, Landwirtschafts- und Gebäudesektoren beschlossen. Diese Entscheidungen der EU beeinflussen die Debatte um das Klimaschutzgesetz in Deutschland; man wird sehen, welche Dynamik die europäischen Beschlüsse in Deutschland entfalten werden. Die Klimakonferenz in Polen verfasste im Dezember 2018 ein sicherlich notwendiges Regelbuch. Angesichts der steigenden weltweiten Emissionen nährt dies jedoch kaum die Hoffnung, die Weltgemeinschaft könnte die klimapolitische Wende bald herbeiführen. Im Januar 2019 hat die «Kohlekommission» ihre Empfehlungen für die Bundesregierung verabschiedet, die das Erreichen der klimapolitischen Ziele bis 2030 ebenso sichern sollten wie einen sozial abgefederten Ausstieg aus der Kohlenutzung. Der vorgelegte Kompromiss der Kommission ist umstritten, und die Frage, ob damit ein klimapolitischer Fortschritt erzielt wurde, bleibt offen. Für die Menschen in Deutschland ist durch den Sommer 2018 die «Heißzeit» greifbar und erfahrbar geworden. Die Freitagsproteste der Schüler legen ein beredtes Zeugnis für die Ungeduld derer ab, deren Zukunft auf dem Spiel steht. Die Demonstrationen in Frankreich, ausgelöst durch steigende Benzinpreise, zeigen, welches Protestpotential eine ehrgeizige Klimapolitik birgt, die die Fragen des sozialen Ausgleichs vernachlässigt. Man mag diese Konflikte als bedrohlich empfinden. In jedem Fall zeigen sie jedoch, dass um die Umsetzung ambitionierter Klimapolitik gerungen wird. Insofern sind diese Konflikte ein gutes Zeichen: Die leidenschaftliche Debatte um den richtigen Weg ist allemal besser als das unproduktive und gefährliche Verharren im Status quo. Wieder haben uns Kollegen geholfen, diese Auflage fertigzustellen. Gemeinsam mit Brigitte Knopf, Christian Flachsland und Michael Pahle haben wir die Diskus-

sion über die Instrumente der Klimapolitik vorangetrieben; Martin Kowarsch lieferte hilfreiche Anregungen zu unterschiedlichen klimapolitischen Narrativen; Gunnar Luderer unterstützte uns mit Szenario-Daten; Kay Schröder hat neue Abbildungen erstellt, und Susanne Stundner hat das Manuskript korrigiert, redigiert und um Fehler bereinigt. Wir widmen das Buch unseren Familien, vor allem unseren Kindern, die uns heute schon fragen, warum wir unserer Verantwortung so wenig gerecht werden.

Wie dieses Buch aufgebaut ist

Hitzetote in Pakistan, Überschwemmungen in Russland, verheerende Waldbrände in Kalifornien, schmelzende Gletscher, Ernteverluste und der Jahrhundertssommer im Jahr 2018, einem der wärmsten Jahre seit dem Beginn der Klimaaufzeichnungen: Das sind schon heute erste Anzeichen des Klimawandels. Selbst wenn sich kein einzelnes dieser Ereignisse mit Sicherheit auf die globale Klimaveränderung zurückführen lässt, wird doch ihr Auftreten mit dem Anstieg der globalen Mitteltemperatur sehr viel wahrscheinlicher. Die globale Erwärmung ist zu einem großen Teil auf die Verbrennung von Kohle, Öl und Gas zurückzuführen. Das Ziel der Klimapolitik lässt sich daher klar formulieren: Die Nutzung der fossilen Energieträger muss begrenzt werden, um die Folgen des Klimawandels abzumildern. Der Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) hat in einem dreißigjährigen Indizienprozess nachgewiesen, dass wir durch die Verbrennung der fossilen Energieträger, andere Treibhausgasemissionen und durch die Abholzung der Wälder bereits heute für einen Temperaturanstieg von ungefähr 1 °C verantwortlich sind. Die Menschheit muss sich daher Rechenschaft darüber ablegen, in welchem Umfang sie den zukünftigen Klimawandel begrenzen kann und will.

Dieser Frage widmet sich unser Buch. Es bietet eine Übersicht über die Ziele der Klimapolitik, zeigt Konfliktlinien in der wissenschaftlichen Analyse auf und diskutiert Lösungsansätze. Es unterscheidet sich damit von den naturwissenschaftlichen Ein-

führungen in den Klimawandel. Wir zeigen, nach welchen Kriterien man entscheiden kann, wie viel Klimaschutz betrieben wird, welche Technologien dabei zum Zuge kommen und welcher Politiken es bedarf. Daher sprechen wir in diesem Buch nicht nur von Fakten, sondern gleichermaßen von Werten.

In Kapitel 1 wird erklärt, warum es einer ambitionierten Klimapolitik bedarf und wie sie gerechtfertigt werden kann. Was ist unter gefährlichem Klimawandel zu verstehen, und welche Optionen stehen uns zur Verfügung, um diesen abzuwenden? In der Klimapolitik muss das Risiko gefährlichen Klimawandels abgewogen werden gegen die Risiken der Emissionsvermeidung. Das Konzept der klimapolitischen Wette zeigt, dass Klimapolitik Risikomanagement ist und gerade aus diesen Gründen eine ambitionierte Klimapolitik gerechtfertigt werden kann. Das erste Kapitel will in dieses Entscheidungsproblem der Klimapolitik einführen.

Eine Bestandsaufnahme der Klimapolitik wird in Kapitel 2 vorgelegt. Diesen Status quo vergleichen wir mit den klimapolitischen Zielen, wie sie in Paris vereinbart wurden, um daraus den zukünftigen Handlungsbedarf abzuleiten. Zur Überbrückung der Kluft zwischen einem Szenario ohne Klimaschutzmaßnahmen und dem, was geschehen müsste, um gefährlichen Klimawandel abzuwenden, bedarf es eines grundlegenden Umbaus des Energiesystems und der Landnutzung.

Dieser Umbau kann jedoch nur gelingen, wenn auch die Fundamente von Wirtschaft und Gesellschaft erneuert werden. Damit setzen wir uns in Kapitel 3 auseinander. Dabei geht es vor allem um Technologien, Risiken und Kosten der Emissionsvermeidung. Wir zeigen, dass es nicht die Welt kostet, den Planeten zu retten, und sich daher eine ambitionierte Klimapolitik begründen lässt. Auch wenn die Kosten des Klimaschutzes tragbar sind, sind die politischen Herausforderungen dennoch gewaltig.

Kapitel 4 skizziert, wie die internationale und die nationale Klimapolitik ausgestaltet werden kann. Wir erklären, warum es so schwierig ist, ein internationales Abkommen abzuschließen, und welchen klimapolitischen Handlungsspielraum National-

staaten haben. Zusätzlich werden Wege aus der Sackgasse aufgezeigt, in die sich die europäische und die deutsche Klimapolitik manövriert hat.

Die internationale Klimapolitik hat sich im Weltklimarat ein einzigartiges Gremium geschaffen, das für ihre Agenda von fundamentaler Bedeutung ist. Das ist Grund genug, diese Institution und die Rolle der Wissenschaft in der Politikberatung im letzten Kapitel darzustellen.

Wir verzichten im Text auf Literaturangaben, da die wissenschaftliche Literatur in den letzten Jahren explosionsartig gewachsen ist. Eine Diskussion der relevanten Literatur ist daher in diesem Überblick nicht möglich und soll auch gar nicht versucht werden. Der Leser findet im Literaturanhang Angaben zu weiteren Einführungen in die Thematik, zu Überblicksaufsätzen, aber auch zu wichtigen Aufsätzen der Fachliteratur, die eine weitere Orientierung ermöglichen sollen.

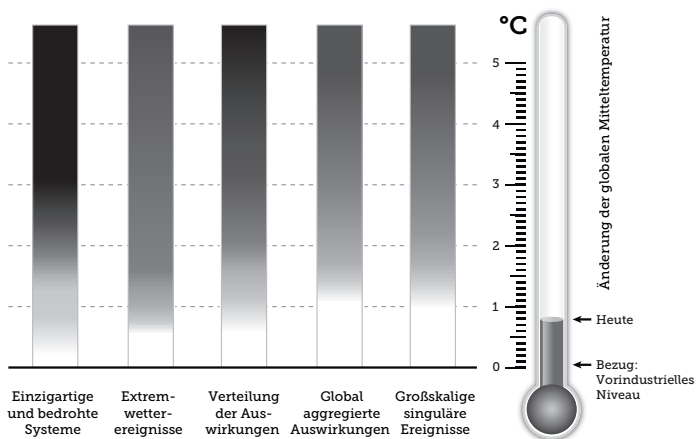
1. Das Klimaproblem und die Klimapolitik

Welche Risiken birgt der Klimawandel?

Die Ozeane, die Atmosphäre, die Böden und die Wälder sind Lagerstätten für Treibhausgase – man nennt sie auch globale Senken. Treibhausgase, die in die Atmosphäre abgelagert werden, haben dort eine Verweildauer von Tausenden von Jahren. Daher füllen sich diese Lagerstätten von Jahr zu Jahr, weil der Bestand der Treibhausgase zunimmt. Je höher dieser Lagerbestand ist, desto höher ist auch die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre. Vor der Industriellen Revolution lag die Treibhausgaskonzentration noch bei etwa 280 ppm. Die Abkürzung «ppm» steht für «parts per million», also die Anzahl an Treibhausgasmolekülen in einer Million Moleküle in der Atmosphäre. Diese Konzentration ist durch die Verbrennung fossiler Rohstoffe, Entwaldung, Landnutzung und industrielle Prozesse stetig gestiegen, derzeit beträgt sie etwa 400 ppm.

Die erhöhte Konzentration der Treibhausgase verändert den Strahlungshaushalt der Erde. Das von der Erde reflektierte Sonnenlicht verbleibt verstärkt in Form von Wärme in der Atmosphäre, so dass sich die globale Mitteltemperatur erhöht. Auch lokale klimatische Bedingungen sind von diesem Anstieg betroffen, ebenso der Wärmetransport über die Zirkulation von Luft und Wasser.

Der Anstieg der globalen Mitteltemperatur birgt beträchtliche Risiken für die Lebensbedingungen auf der Erde. Da die zukünftigen Folgen des Klimawandels nicht mit Sicherheit vorhergesagt werden können, hat der Weltklimarat die Klimafolgen in Risikoklassen eingeteilt, genannt «reasons for concern». Abbildung 1 zeigt die mit dem Anstieg der globalen Mitteltemperatur verbundenen Risiken. In die erste Klasse fallen Risiken etwa für Korallenriffe und die Ökosysteme der Arktis, die bereits bei einem Temperaturanstieg von 1,5 °C bedroht sind. Die



Zusätzliche Risiken durch Klimawandel



Abb. 1: Anstieg der globalen Mitteltemperatur und die damit verbundenen Risiken. Quelle: IPCC (2014 a)

Häufigkeit und Intensität von Hitzewellen und tropischen Stürmen wird in einer zweiten Risikoklasse analysiert. Die Verteilung der Risiken über Regionen und Einkommensklassen werden in der dritten, die ökonomischen Schäden für die Weltwirtschaft in der vierten Klasse zusammengefasst. Großskalige singuläre Ereignisse für den gesamten Planeten sind etwa der Verlust der polaren Eisschilde. Ihre Wahrscheinlichkeit mag vielleicht gering sein, kann aber mit irreversiblen und drastischen Auswirkungen einhergehen. Es ist bislang unklar, bei welchem Temperaturanstieg mit großskaligen, abrupten und irreversiblen Änderungen im Erdsystem zu rechnen ist. Aber bereits ein Temperaturanstieg von 1,5 °C könnte zum praktischen vollständigen Abschmelzen des Grönländischen Eisschildes führen. Die Freisetzung von Methan, das im Permafrost gebunden ist, würde den Klimawandel womöglich weiter beschleunigen.

nigen. Korallenriffe in warmen Regionen und das arktische Ökosystem zeigen bereits deutliche Beeinträchtigungen und könnten bereits bei einem Anstieg von $1,5^{\circ}\text{C}$ vollständig verschwinden. Der $1,5^{\circ}\text{C}$ -Bericht des IPCC hat deutlich gemacht, dass angesichts dieser Klimafolgen eine Begrenzung des Anstiegs der globalen Mitteltemperatur dringend geboten wäre.

Die Risikoeinschätzungen in Abbildung 1 beruhen auf Expertenmeinungen. Sie gründen sowohl auf der Kenntnis der biophysikalischen Folgen des Klimawandels als auch auf der subjektiven Einschätzung der damit einhergehenden Gefahren und Schäden. Diese Übersetzung von biophysikalischen Wirkungen in Schäden ist unvermeidbar, wenn die Klimafolgen für politische Entscheidungssituationen aufbereitet werden sollen. Entscheidungsträger können sich nur dann mit der Abwehr von Gefahren beschäftigen, wenn diese als solche beschrieben und grundsätzlich vermieden werden können.

So illustriert Abbildung 1, welche Risiken der bereits beobachtete Temperaturanstieg von ca. 1°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau mit sich bringen könnte: Veränderte Niederschläge schmälern in vielen Regionen die landwirtschaftlichen Erträge. Die zunehmende Erwärmung und Versauerung der Ozeane beeinträchtigt Meeresorganismen und bedroht damit die Lebensgrundlage vieler Menschen (z.B. die Fischerei). Die Störung des Wasserkreislaufes vermindert die Qualität und Quantität der verfügbaren Wasserressourcen.

Findet die globale Gemeinschaft keinen Weg in eine weltweite, gemeinsame Klimapolitik, ist ein Anstieg der globalen Mitteltemperatur bis 2100 um $3,5^{\circ}\text{C}$ bis 5°C wahrscheinlich. Diese Abschätzung beruht auf mehr als 400 computergestützten Szenarien internationaler Forschergruppen, die der Weltklimarat zusammengestellt hat. Diese Szenarien gehen davon aus, dass es zu keiner ausreichend ambitionierten Klimapolitik kommt. Sie treffen zugleich unterschiedliche Annahmen über Bevölkerungs-, Wirtschafts- und Technologieentwicklungen, die es erlauben, eine Zukunft ohne Klimapolitik auszuloten.

Mit welchen Gefahren ist in einer Welt zu rechnen, in der die globale Mitteltemperatur 4°C oder mehr über dem vorindustri-

ellen Niveau liegen wird? Die Zerstörung von Ökosystemen, Artensterben, ein Einbruch der weltweiten Nahrungsmittelproduktion sowie sinkende Arbeitsproduktivität aufgrund hoher Temperaturen und zunehmender Luftfeuchtigkeit in tropischen Ländern werden wahrscheinlicher. Der Klimawandel dürfte auch unmittelbare Folgen für den Menschen haben. So zeigt eine aktuelle Untersuchung, dass der medizinisch-technische Fortschritt durch den Klimawandel teilweise zunichtegemacht werden könnte. Dieser führt demnach nicht nur zu mehr Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie etwa Herzinfarkten, sondern erschwert den Zugang zu sauberem Wasser, verknappt Nahrungsmittel und fördert die Ausbreitung von Krankheitsüberträgern, die vor allem Menschen in armen Ländern schädigen werden. Die Begrenzung des Klimawandels wird daher von vielen Experten als die größte Herausforderung für die Gesundheitspolitik im 21. Jahrhundert bezeichnet.

Was ist mit der Vermeidung gefährlichen Klimawandels gemeint?

Welcher Temperaturanstieg für die Menschheit verkraftbar ist, kann nicht allein aufgrund der naturwissenschaftlichen Klimafolgenforschung entschieden werden, denn Menschen und Gesellschaften können sich bis zu einem gewissen Grad an den Klimawandel anpassen. Anpassungsstrategien sind vor allem kurz- und mittelfristig wirksam: Bewässerungssysteme, höhere Deiche, Küstenschutz und eine widerstandsfähigere Infrastruktur sind nur einige Beispiele dafür. Die Wirksamkeit solcher Maßnahmen lässt sich nur schwer voraussagen, da die Folgen des Klimawandels diese Anpassungsleistungen zunichtemachen können. Es ist daher plausibel, dass bei einem ungebremsen Klimawandel in vielen Regionen der Welt zunächst die Kosten der Anpassung steigen und schließlich deren Grenzen erreicht werden.

Für kleine Inselstaaten oder für die Bewohner der Arktis könnte der Handlungsspielraum schnell erschöpft sein. In heißen Regionen könnte die Arbeit auf dem Bau oder in der Land-

wirtschaft so unerträglich werden, dass die betroffenen Menschen in die gemäßigteren Zonen überzusiedeln versuchen, um dort eine einträglichere Beschäftigung zu finden. Zwar wird immer wieder behauptet, dass sich beispielsweise Bauern an den Klimawandel auch ohne staatliche Intervention anpassen können, indem sie sich gegen Ernteaufschläge versichern oder auf resistenteres Saatgut setzen. Auch mag es noch relativ einfach sein, einen Meeresspiegelanstieg von 20 oder 30 cm zu verkraften. Steigt dieser aber um mehrere Meter, helfen wohl keine Dämme mehr; dann müssten ganze Städte umgesiedelt werden. Gerade für viele Megastädte, die am Meer liegen, besteht diese Option jedoch nicht. Es ist auch unwahrscheinlich, dass Pflanzen wie Reis, Mais oder Weizen, die für die Welternährung entscheidend sind, noch ausreichende Erträge liefern, wenn die globale Mitteltemperatur um mehr als 4 °C steigt. Diese Beispiele zeigen, dass die Grenzen der Anpassung selbst für effiziente Stadtregierungen, findige Bauern und kluge Versicherungsunternehmen schnell erreicht sein können. Es wäre daher fahrlässig, würde die Weltgemeinschaft eine ambitionierte Klimapolitik unterlassen, weil sie glaubte, Anpassung sei einfacher und billiger als Vermeidung. Anpassung wird Vermeidung ergänzen müssen – ein Ersatz kann sie nicht sein.

Da sich die Grenzen konventioneller Anpassungsmaßnahmen nicht eindeutig bestimmen lassen, wird über Alternativen dazu diskutiert. Denkbar wäre etwa bei fortschreitender globaler Erwärmung der Einsatz von Technologien, mit deren Hilfe der Strahlungshaushalt der Erde durch Abschirmung einfallenden Lichts direkt gesteuert und der Planet damit abgekühlt werden kann. Ein Beispiel hierfür ist das Einbringen von Rußpartikeln in obere Schichten der Atmosphäre. Ganz zu schweigen davon, dass sich derartige Technologien bislang noch nicht in großem Maßstab anwenden lassen, sind sie auch mit beträchtlichen Risiken behaftet, die wir in Kapitel 3 ausführlicher diskutieren. Es wäre daher unvernünftig, sich lediglich auf «Geo-Engineering» zu verlassen und auf die Verminderung von Emissionen zur Reduktion der Erderwärmung zu verzichten.

Selbst eine starke Verminderung der Treibhausgasemissionen kann das Risiko gefährlichen Klimawandels nicht auf null reduzieren – sie kann jedoch die Risiken entscheidend vermindern. Daher hat sich die internationale Gemeinschaft in der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) darauf verständigt, den Anstieg der globalen Mitteltemperatur auf maximal 2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Das im Dezember 2015 in Paris formulierte UNFCCC-Klimaabkommen geht sogar über dieses Ziel hinaus, indem es die Möglichkeit anstrebt, die Schranke bei $1,5^{\circ}\text{C}$ zu schließen.

Eine ambitionierte Politik der Emissionsvermeidung bringt allerdings auch Kosten mit sich, da emissionsarme Energiequellen meist teurer sind als herkömmliche fossile Energieträger. Aus diesem Grund stellt sich die Frage, ob und wie sich Emissionsminderungen ökonomisch rechtfertigen lassen.

Internationale Klimapolitik als Wette

Wie im vorherigen Abschnitt diskutiert, lassen sich die langfristigen Auswirkungen des Klimawandels nicht genau vorher sagen. Vielmehr spricht man von möglichen Risiken und der Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens. Eine rationale Klimapolitik wird also die möglichen Auswirkungen des gefährlichen Klimawandels den Kosten der Emissionsreduktion gegenüberstellen müssen. Wie soll diesen in einem vernünftigen Entscheidungskalkül Rechnung getragen werden? Die politischen Entscheidungsträger gehen eine Wette ein, wenn sie sich für eine ambitionierte Klimapolitik entscheiden. Die explizite Formulierung dieser Wette zeigt, was die Befürworter und die Gegner einer Klimapolitik voraussetzen müssen, damit ihre Politik vernünftig ist. Die gegenwärtige Debatte und vor allem die wissenschaftlichen Fakten lassen sich damit besser einschätzen und bewerten.

Wir gehen davon aus, dass die Menschheit zwei Handlungsoptionen hat: entweder eine ambitionierte Klimapolitik oder aber keine Klimapolitik zu betreiben. Die Menschheit ist mit

zwei möglichen Zuständen des Klimasystems konfrontiert – entweder würde ungebremster Klimawandel gefährliche Auswirkungen haben, oder aber er wäre harmlos. Diesen beiden Zuständen ordnen wir die Wahrscheinlichkeiten p und $1-p$ zu (siehe Abbildung 2).

Im ersten Fall entstehen ohne Klimapolitik langfristige und irreversible Schäden (V), selbst mit optimalen Anpassungsmaßnahmen. Mit einer ambitionierten Klimapolitik werden die Schäden des Klimawandels hingegen auf das Niveau E begrenzt. Im zweiten Fall würde es selbst ohne Klimapolitik nur zu einem harmlosen Klimawandel kommen, ohne dass dabei nennenswerte Schäden auftreten. In beiden Fällen führt Klimapolitik zu kurzfristigen Kosten (C). Wenn die Vermeidung von Emissionen Kosten verursacht, dann ist das Vorzeichen positiv. Es ist sogar denkbar, dass das Vorzeichen negativ ist und ein Nettogewinn durch Emissionsminderung entsteht (also negative Kosten). Letzteres wäre der Fall, wenn beispielsweise die Kosten des Umbaus des Energiesystems durch die Verringerung der lokalen Luftverschmutzung aufgewogen würden. In diesem Fall ließe sich das Klimaproblem wahrscheinlich relativ einfach lösen. Diese Hoffnung hat sich allerdings bislang nicht erfüllt, und wir müssen davon ausgehen, dass der Umbau des Energiesystems Kosten verursacht.

Die Entscheidungsträger wählen vernünftigerweise jene Option, die die geringsten zu erwartenden Kosten mit sich bringt. Die Wahrscheinlichkeit für gefährlichen Klimawandel ist zunächst eine Einschätzung der Entscheidungsträger. Nichthandeln würde zu erwarteten Kosten von $p \cdot V$ führen, Klimaschutz hingegen zu Kosten von $C + p \cdot E$. Der risikoneutrale Entscheidungsträger würde sich also genau dann für einen ambitionierten Klimaschutz entscheiden, wenn $p > C / (V - E)$.^{*} Diese Formel

^{*} Im Falle des Nichthandelns würden die Schäden V mit einer Wahrscheinlichkeit von p eintreten, so dass sich erwartete Schäden von $p \cdot V$ ergeben. Im Falle des Handelns fallen Kosten von C mit Sicherheit an, sowie geringere Schäden von E mit Wahrscheinlichkeit p . Hieraus ergeben sich dann erwartete Gesamtkosten von $C + p \cdot E$. Der risikoneutrale Entscheidungsträger wird sich also für Klimapolitik aussprechen, wenn die erwarteten Kosten $C + p \cdot E$ kleiner sind als die erwarteten Kosten ungebremsten Klimawandels von $p \cdot V$.

	Gefährlicher Klimawandel Wahrscheinlichkeit p	Harmloser Klimawandel Wahrscheinlichkeit $1-p$
Ambitionierte Klimapolitik	Geringe Schäden (E) + Minderungskosten (C)	Minderungskosten (C)
Keine Klimapolitik	Hohe Schäden (V)	Weder Kosten noch Schäden (0)

Abb. 2: Die klimapolitische Wette anhand gesellschaftlicher Kosten unter verschiedenen Handlungsoptionen und Auswirkungen des Klimawandels.

zeigt, dass ein ambitionierter Klimaschutz umso eher unternommen wird, je größer die Wahrscheinlichkeit des gefährlichen Klimawandels ist, je schwerwiegender die verursachten Schäden des Klimawandels sind, je mehr Schäden durch eine Verminderung der Emissionen vermieden werden können und je geringer die Kosten des Klimaschutzes sind. Selbst bei geringer Wahrscheinlichkeit des gefährlichen Klimawandels wäre eine ambitionierte Klimapolitik auch dann rational, wenn die Kosten niedrig sind oder die Schäden des Klimawandels durch eine ambitionierte Klimapolitik deutlich vermindert werden können.

Dieses einfache Entscheidungskalkül ist in Wirklichkeit deutlich komplexer. So könnte man argumentieren, dass potentiell katastrophale Schäden höher gewichtet werden sollten, selbst wenn diese nur eine sehr kleine Eintrittswahrscheinlichkeit aufweisen. Auch stellt die Bewertung der Zukunft ein ethisches Problem dar, weil die Frage geklärt werden muss, ob alle Generationen gleich behandelt werden sollen. Wenn nachfolgende Generationen mit den künftigen Klimaschäden leichter fertig werden, weil sie reicher sind als die heutige Generation, wäre es vertretbar, dass die heutige Generation nicht die gesamte Last des Klimaschutzes tragen muss. Diesen Sachverhalt kann man in das Kalkül dadurch einbeziehen, dass langfristige Schäden weniger gewichtet werden als die kurzfristigen. Man spricht auch davon, dass die Schäden abdiskontiert werden. Je stärker diese Abdiskontierung ausfällt, desto geringer werden die eventuellen Schäden für künftige Generationen gewichtet. Auch müssten mögliche Risiken einer Politik der ambitionierten Emissionsvermeidung, die wir in Kapitel 3 diskutieren, mit einbezo-

gen werden. Das Entscheidungskalkül würde dadurch komplizierter werden, an der Grundstruktur änderte sich jedoch wenig.

Wer gegen eine ambitionierte Klimapolitik argumentiert, müsste somit zweierlei zeigen: Erstens wäre der empirische Nachweis zu führen, dass die Kosten und Risiken des Umbaus zu hoch im Vergleich zu den vermiedenen Klimaschäden sind; oder aber es müsste normativ begründet werden, warum kommenden Generationen kein großes Gewicht beigemessen werden soll. Wer hingegen für eine ambitionierte Klimapolitik argumentiert, müsste zeigen, dass die Kosten und Risiken des Klimaschutzes gegenüber den Schäden eines ungebremsen Klimawandels gering sind. Selbst hohe Diskontraten, sofern sie sich ethisch überhaupt rechtfertigen lassen, stellen eine ambitionierte Klimapolitik auch dann nicht in Frage, wenn sich dadurch das Risiko von Katastrophen erheblich reduzieren lässt.

2. Die Bestandsaufnahme der Klimapolitik

Dieses Kapitel nimmt eine Bestandsaufnahme vor, um die klimapolitischen Herausforderungen zu verstehen, die die Vermeidung von Treibhausgasemissionen mit sich bringt. Die Quellen der Emissionen, aufgeschlüsselt nach Ländern, ökonomischen Sektoren und verschiedenen Treibhausgasen, werden ebenso beschrieben wie die Ursachen steigender Emissionen. Es wird gezeigt, warum zunehmende Energieeffizienz und ein verstärkter Einsatz erneuerbarer Energien bislang nicht ausreichend waren, um den Anstieg der Emissionen aufzuhalten oder sogar eine Trendwende hin zu sinkenden Emissionen einzuleiten.

Den globalen Ausstoß an Treibhausgasen zu bestimmen ist keine einfache Aufgabe. Daten von zahlreichen statistischen Behörden, wie der International Energy Agency (IEA) und der Food and Agricultural Organization (FAO), müssen zusammengetragen und konsistent behandelt werden, zum Beispiel in Bezug auf Emissionsfaktoren verschiedener fossiler Energieträ-

ger und den CO₂-Gehalt von Wäldern und Böden. Im Folgenden stützen wir uns aus Gründen der Verfügbarkeit und Aktualität insbesondere auf Daten des Climate Analysis Indicators Tool (CAIT). Diese Daten sind auf konsistenter Basis für alle Sektoren und Treibhausgase bis zum Jahr 2014 verfügbar. Die Emissionen liegen innerhalb des Unsicherheitsbereichs der vom IPCC veröffentlichten Schätzungen, sind jedoch am unteren Rand angesiedelt. Der signifikanteste Unterschied ergibt sich für Emissionen aus der Landnutzung und Entwaldung, für welche die größte Unsicherheit besteht.

Als Maßeinheit für Emissionen verwenden wir CO₂-Äquivalente, um alle Treibhausgase (z.B. auch Methan oder Lachgas) zu berücksichtigen. Treibhausgase kann man jedoch nicht einfach aufaddieren, da jedes dieser Gase in unterschiedlichem Maße zum Anstieg der globalen Mitteltemperatur beiträgt. Die Wissenschaft hat sich auf einen Index geeinigt, das sogenannte Globale Erwärmungspotential, um die Wirkung der Treibhausgase vergleichbar zu machen. Das Globale Erwärmungspotential drückt für jedes Treibhausgas die Klimawirkungen für einen bestimmten Zeitraum (meist hundert Jahre) im Vergleich zu CO₂ aus. Dadurch wird es möglich, alle Treibhausgase in CO₂-Äquivalenten auszudrücken, um somit ihre Wirkung auf den Anstieg der globalen Mitteltemperatur zu berechnen. So hat beispielsweise Methan eine 28-mal größere Klimawirkung als CO₂, bleibt aber weniger lange in der Atmosphäre. CO₂ hat zwar ein geringeres Erwärmungspotential, hält sich dafür jedoch sehr lange in der Atmosphäre.

Die Entwicklung der Emissionen

Zwischen 1990 und 2014 sind die jährlichen Treibhausgasemissionen stetig – mit nur kurzen Unterbrechungen in Zeiten wirtschaftlicher Rezession – von 34 auf 49 Gigatonnen (Gt) CO₂-Äquivalente angewachsen. Das entspricht einem Anstieg von etwa 44 %. Seit dem Jahr 2000 hat sich das Emissionswachstum sogar noch beschleunigt: Lag die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate im Zeitraum von 1990 bis 2000 noch

bei 0,8 % pro Jahr, so belief sie sich auf 2,3 % im Zeitraum von 2000 bis 2014. Dieser Anstieg ist vor allem auf das rasante Wirtschaftswachstum in Entwicklungs- und Schwellenländern zurückzuführen, während das Bevölkerungswachstum relativ an Bedeutung verliert; die zunehmende Nutzung der Kohle im Stromsektor beschleunigte den Anstieg der Emissionen in den letzten zehn Jahren ebenfalls.

Im Zeitraum von 2013 bis 2016 fiel der Anstieg der Emissionen deutlich geringer aus, hauptsächlich aufgrund der sinkenden Kohlenutzung in China in Folge der Einführung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung. Selbst wenn sich der Emissionsanstieg verlangsamt, wäre damit gefährlicher Klimawandel nicht abgewendet, wie wir in Kapitel 3 zeigen werden. Hinzu kommt, dass Länder wie Indien und die Türkei sowie zahlreiche afrikanische Staaten ihren rasch wachsenden Energiebedarf vorwiegend aus fossilen Energieträgern decken. Durch den anhaltenden Bau von Kohlekraftwerken könnte es weiter zu steigenden Emissionen kommen. So wurde in den Jahren 2017 und 2018 wieder ein kräftiger Anstieg der globalen Emissionen verzeichnet.

Dem aus der Verbrennung fossiler Energieträger und aus industriellen Prozessen (wie z. B. der Chemie) resultierenden CO₂-Ausstoß kommt der größte Anteil der gesamten Emissionen sowie von deren Anstieg zu. Im Jahr 2014 stammten 35 Gt CO₂, also mehr als 70 % der gesamten Treibhausgasemissionen, aus diesen Quellen. Emissionen von Kohlendioxid, das in Wäldern und Böden gespeichert ist und durch Landnutzungsänderungen freigesetzt wird, spielen ebenfalls eine wichtige Rolle. Sie machen 5 % der Gesamtmenge aus. Methan (CH₄), das u. a. bei der Tierhaltung entsteht und bei der Förderung von Erdöl und -gas entweicht, ist für 15 % der Gesamtemissionen verantwortlich; Lachgas (N₂O), das insbesondere bei der Nutzung von Dünger frei wird, für knapp 7 %. Die sogenannten F-Gase (fluorierte Treibhausgase) tragen weniger als 2 % zu den Gesamtemissionen bei (siehe Abbildung 3).

Der Stromsektor stellt aktuell mit mehr als 30 % die wichtigste Quelle von Treibhausgasemissionen dar. Der erzeugte Strom wird dabei hauptsächlich im Haushaltsbereich und von

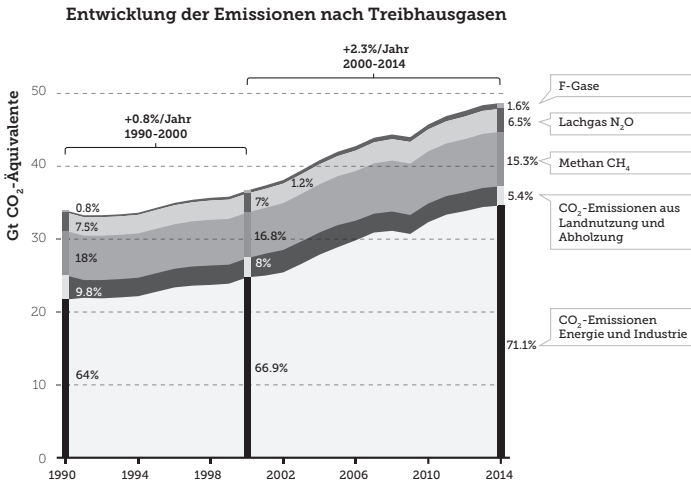


Abb. 3: Entwicklung der Treibhausgasemissionen 1990–2014, aufgeschlüsselt nach Gasen, sowie jährliche Wachstumsraten im Zeitraum 1990–2000 und 2000–2014. Quellen: CAIT (2014) und CDIAC (2015)

der Industrie verbraucht. Außerdem sind diese beiden zuletzt genannten Sektoren wichtige Quellen direkter Emissionen, zum Beispiel durch Heizen im Haushaltsbereich (der insgesamt etwas mehr als 8 % der Gesamtemissionen ausmacht) und Emissionen aus Fertigungsprozessen und der Verbrennung fossiler Energieträger in der Industrie (13 % der Gesamtemissionen). Landwirtschaft, Landnutzungsänderungen und Entwaldung tragen zusammen etwa 17 % zu den gesamten Emissionen bei, der Transportsektor knapp 15 % (siehe Abbildung 4).

Lange Zeit haben die Industrieländer den größten Anteil der globalen Emissionen verursacht. In den letzten Jahren wurden sie von den Entwicklungsländern überholt. So blieben die Emissionen in den OECD-Ländern im Zeitraum von 1990 bis 2014 praktisch unverändert, während sie sich in Asien im selben Zeitraum mehr als verdoppelt haben. Dennoch: Die Industrieländer weisen aktuell immer noch deutlich höhere Pro-Kopf-Emissionen auf als Entwicklungsländer; auch haben sie seit der Erfindung der Dampfmaschine bis heute mehr Emissionen in

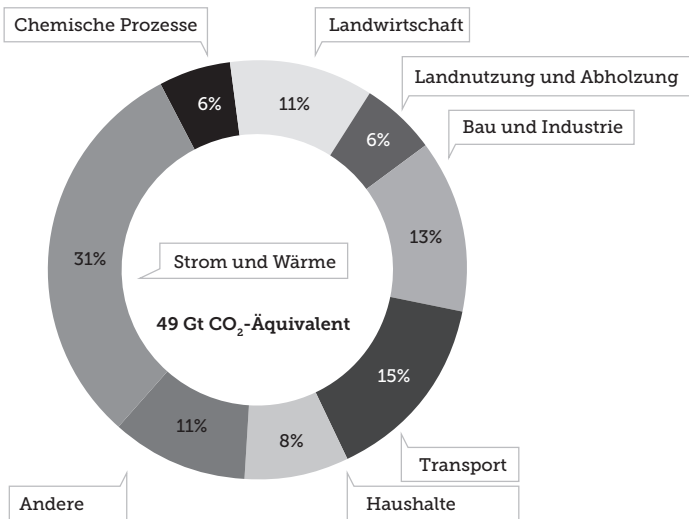


Abb. 4: Quellen von Treibhausgasen nach ökonomischen Sektoren unterteilt.
Quellen: CAIT (2014) und CDIAC (2015).

der Atmosphäre abgelagert als die Entwicklungs- und Schwellenländer.

Gerade die letzten beiden Dekaden zeigen, dass die Einteilung in Industrie- und Entwicklungsländer nicht mehr sinnvoll ist, denn gegenwärtig sind es nicht allein die Industrieländer, die zum Emissionswachstum beitragen. So liegen die jährlichen Pro-Kopf-Emissionen der USA und Australiens mit aktuell 18,9 t und 28 t CO₂-Äquivalenten deutlich über denen in der EU von 7,5 t. Deutschland befindet sich mit 9,6 t fast 30 % über dem EU-Durchschnitt und mehr als 40 % über dem globalen Durchschnitt von 6,7 t. Jedoch gilt dies auch für China. Nach starkem Wachstum der Emissionen in den letzten Jahrzehnten ist China inzwischen nicht nur der weltweit bedeutendste Emittent, sondern hat mit Pro-Kopf-Emissionen von 8,2 t zu den OECD-Ländern aufgeschlossen. In Indien hingegen liegen die Pro-Kopf-Emissionen bei 2,5 t (siehe Tabelle 1). Würde Indien die Entwicklung Chinas nachahmen, kämen zusätzlich mehr als

Land/Region	t CO ₂ -Äquiv. pro Kopf 2014	Gt CO ₂ -Äquiv. absolut 2014 (% global)	Gt CO ₂ -Äquiv. kumuliert 1990–2014 (% global)
EU 28	7,5	3,8 (7,8 %)	114 (11,5 %)
<i>Deutschland</i>	9,6	0,8 (1,6 %)	23 (2,3 %)
<i>Frankreich</i>	5,9	0,4 (0,8 %)	11,6 (1,2 %)
<i>Großbritannien</i>	7,6	0,5 (1 %)	15,9 (1,6 %)
USA	18,9	6 (12,4 %)	153,3 (15,5 %)
Australien	28	0,7 (1,3 %)	14,7 (1,5 %)
Japan	9,2	1,2 (2,4 %)	29,6 (3 %)
Südkorea	13,3	0,7 (1,4 %)	12,3 (1,2 %)
China	8,2	11,1 (23 %)	155,9 (15,7 %)
Indien	2,5	3,3 (6,8 %)	48,5 (4,9 %)
Indonesien	8,3	2,1 (4,3 %)	39,1 (3,9 %)
Brasilien	9,8	2 (4,2 %)	44,6 (4,5 %)
Südafrika	8,7	0,5 (1 %)	9,8 (1 %)

Tab. 1: Treibhausgasemissionen in CO₂-Äquivalenten pro Kopf, auf Landesebene und über den Zeitraum 1990–2014 kumuliert für ausgewählte Länder. Der größte Wert in jeder Spalte ist fett gedruckt. Werte in Klammern geben den Anteil an den globalen Emissionen an. Quellen: CAIT (2014) und CDIAC (2015)

7 Gt CO₂-Äquivalente pro Jahr – mehr als 14 % der momentanen weltweiten Emissionen – hinzu. Während für die oben genannten Länder die Energienutzung, also die Verbrennung der fossilen Rohstoffe Kohle, Öl und Gas, die größte Quelle von Emissionen darstellt, gibt es einige Länder, für die die Landnutzung als Emissionsquelle im Vordergrund steht. Hierzu zählen insbesondere Länder mit extensiven Regenwaldgebieten, so z. B. Brasilien und Indonesien.

Die Globalisierung hat dazu geführt, dass der Außenhandel zwischen Ländern nicht nur auf den Güter- und Kapitalmärkten eine zunehmend größere Rolle spielt: Werden Güter exportiert, werden damit indirekt auch Emissionen exportiert. Eine Metrik, welche die durch den Export und Import von Gütern anfallenden Emissionen berücksichtigt, sind die sogenannten

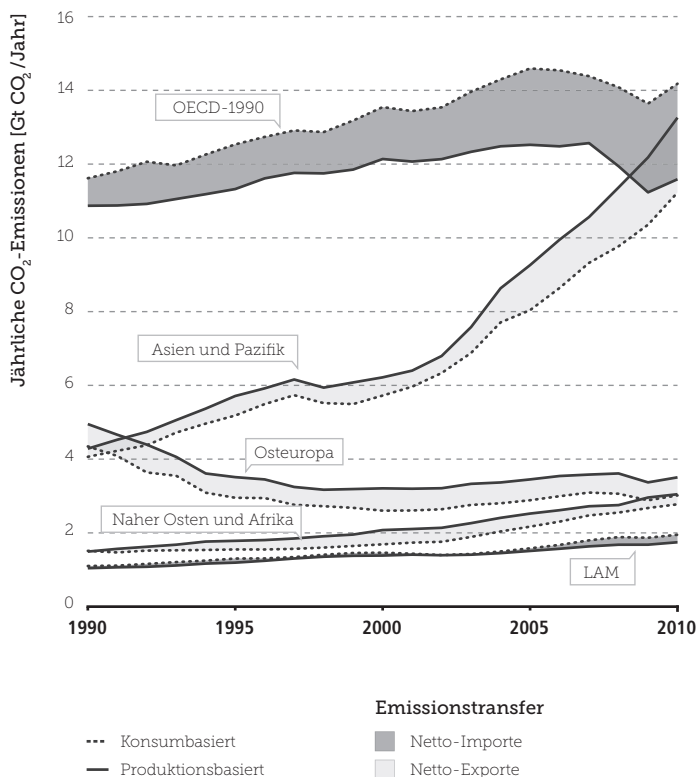


Abb. 5: Verlauf der produktions- und konsumbasierten CO₂-Emissionen nach Ländergruppen. Quelle: IPCC (2014 b)

«konsumbasierten» Emissionen. Diese messen nicht die innerhalb eines Landes verursachten Emissionen, sondern diejenigen, die in der globalen Vorleistungskette der konsumierten Güter und Dienstleistungen entstanden sind. Berechnet werden diese, indem von den «produktionsbasierten» Emissionen die in den Exporten enthaltenen Emissionen abgezogen und die in den Importen enthaltenen hinzuaddiert werden. Diese Emissionen können natürlich nicht direkt gemessen, sondern müssen anhand von Annahmen über die Produktionsprozesse geschätzt

werden. Ihre wachsende Bedeutung kann einschätzen, wer sich vor Augen führt, dass ein Viertel des globalen CO₂-Ausstoßes auf international gehandelte Produkte entfallen. Für die Schwellen- und Entwicklungsländer sind die konsumbasierten Emissionen tendenziell niedriger als die produktionsbasierten; für Industrieländer ist das Gegenteil der Fall (siehe Abbildung 5). Es wäre jedoch irreführend, daraus zu schließen, dass Industrieländer verstärkt ihre emissionsintensiven Industrien in Entwicklungsländer auslagern. Die beobachteten Exportüberschüsse oder -defizite bei den Emissionen haben eine Vielzahl von Gründen: unterschiedliche Techniken bei der Energieerzeugung, unausgeglichene Handelsbilanzen oder Spezialisierung auf den Export besonders emissionsintensiver Produkte. Die konsumbasierten Emissionen stellen lediglich eine buchhalterische Größe dar, aus der noch keine Zuweisung von Verantwortlichkeiten für das Entstehen der globalen Emissionen abgeleitet werden kann. Eine solche Zuweisung macht eine «Was-wäre-wenn»-Betrachtung nötig. Dadurch könnte man überprüfen, wie stark sich die globalen Emissionen durch die Importe eines Landes tatsächlich erhöht haben, verglichen mit einer Situation, in der der Konsum ausschließlich aus heimischer Produktion gedeckt würde. Dennoch wird versucht, mit der Unterscheidung von produktions- und konsumbasierten Emissionen – je nach Bedarf – den Industrie- oder Entwicklungsländern eine größere Verantwortung für das Emissionswachstum zuzuschreiben. Länder mit einer größeren Verantwortung müssten – so das Argument – in der Zukunft einen höheren Anteil der zur Emissionsminderung notwendigen Kosten tragen. Die Lastenverteilung des Klimaschutzes ist eine wichtige politische und ethische Frage, die jedoch nicht allein mit dem Hinweis auf konsum- oder produktionsbasierte Emissionen entschieden werden kann.

Mehr Informationen zu diesem und vielen weiteren Büchern aus dem Verlag C.H.Beck finden Sie unter: www.chbeck.de